Die

Wunder des Himmels.

Zweiter Band.

DANKE

Kapitel I.

Die Sonne.

§. 1. (Masse der Sonne.) Nachdem wir im Vorhergehenden die Erscheinungen, welche die Bewegungen der Körper unseres Sonnensystems für uns hervorbringen, betrachtet haben, wollen wir nun zu der Erzählung desjenigen übergehen, was uns die Fernröhre über den Bau und die physische Beschaffenheit dieser Körper sowohl, als auch, so viel es uns bisher gegönnt ist, der außer unserm Planetensystem befindlichen Gestirne kennen gelehrt haben.

Wir beginnen unsere Wanderungen durch die Planetenwelt mit dem bei weitem wichtigsten, mit dem Centralkörper derselben, mit der Sonne, der alle übrige Körper unseres Systemes Licht und Wärme und Wohlthaten ohne Zahl verdanken, daher sie auch von mehreren Völkern der Vorzeit als das würdigste Bild der Gottheit, ja als die Gottheit selbst verehrt wurde, wie denn Osiris in Aegypten, Baal in Chaldäa, Adonis in Phönicien, Mithra in Persien, und selbst Apollo in Griechenland nur eben so viele Embleme der Gottheit waren, welche jene Völker unter dem Sinnbilde des ewigen Feuers in ihren Tempeln anbeteten. Wenn sie aber durch diese Wohlthaten die Ehrfurcht der Menschen an sich gebunden hat, so ist es eine ganz andere Eigenschaft, durch welche sie sich

die Herrschaft über die ihr unterworfenen Planeten und Kometen erworben hat. Diese Herrschaft verdankt sie sich selbst, ihrer eigenen Kraft, d. h. ihrer Masse, die 355,000 mal größer als die Masse der Erde, und selbst noch über siebenhundertmal größer ist, als die aller übrigen Körper des Systems zusammen genommen. Wir werden weiter unten sehen, daß diese Masse es eigentlich ist, wodurch sie alle Planeten an sich fesselt und sie zwingt, die ihnen angewiesenen Bahnen in schweigendem Gehorsame um sie zu beschreiben. Dieses Uebergewicht der Masse macht sie nicht nur zu dem Haupt- und Centralkörper des ganzen Systems, sondern dasselbe begründet zugleich die streng monarchische Einrichtung dieses großen Staates, in welchem die Kraft des Herrschers die aller seiner Unterthanen so weit übertrifft, daß größere Unordnungen jeder Art völlig unmöglich sind.

§. 2. (Größe der Sonne.) Auch an Größe, an körperlichem Umfange kann kein Planet mit der Sonne verglichen werden. Der Durchmesser der Sonnenkugel beträgt 188,000 deutsche Meilen, also ihre Oberfläche 111,000 Millionen Quadratmeilen, und ihr Volum 3500 Billionen Kubikmeilen. Allein diese Zahlen sind zu groß, um uns einen deutlichen Begriff von dem wahren Umfange der Sonne zu geben. Suchen wir also, uns durch Vergleichungen mit andern, bekannten Körpern die Sache gleichsam zu versinnlichen.

Der kleinste aller unserer Planeten ist Vesta. Sein Durchmesser beträgt, nach Schröters Messungen, nicht einmal sechzig Meilen. Der Sonnendurchmesser ist also über 3100 mal größer, als jener der Vesta, also ist auch der körperliche Inhalt oder das Volum der Sonne gegen 30,000 Millionen mal größer als das Volum der Vesta, oder aus der Sonne lassen sich mehr als 30,000 Millionen der Vesta gleich große Kugeln machen. Solcher Kugeln aber, wie unsre Erde, würde man über 1,300,000 um einander legen müssen, um endlich einen Körper, der Sonne am Umfange gleich, zu erhalten. Ja selbst alle Planetenkugeln zusammengefügt, würden noch nicht den 560sten Theil der Sonnenkugel an Raum einnehmen. Da aber auch diese Zahlen noch immer zu groß sind, uns eine klare Vorstellung von der wahrhaft ungeheuern Ausdehnung des Sonnenkörpers zu geben, so wollen wir uns denselben um seinen

Mittelpunkt so weit ausgehöhlt denken, daß die Erde in diesem Mittelpunkte stehen, und um sie der Mond in seiner Entfernung von 50,000 Meilen sich frei in dieser Höhle bewegen könne. Da würde doch noch ein nicht ausgehöhlter Rand der Sonne, eine Kugelschaale übrig bleiben, deren Dicke nahe eben so groß ist, als der Halbmesser dieser Höhle selbst. Zu einer sogenannten=Reise um die Welt, d. h. um den Umkreis der Erde zurückzulegen, würde ein Wanderer, der täglich zehn deutsche Meilen macht, 540 Tage, zu einer Reise um die Sonne aber würde derselbe 59,160 Tage oder mehr als 160 Jahre brauchen.

§. 3. (Dichtigkeit ihrer Masse.) Wenn aber die Sonne an Größe und Masse alle anderen Planeten weit überwiegt, so steht sie ihnen im Gegentheil an der Dichtigkeit ihrer Masse weit nach. Der Stoff, aus dem dieser große Körper gewoben ist, ist vier=mal lockerer, als der Stoff der Erde. Die Leser werden fragen, woher wir dieß wissen, und wer die Materie, aus welcher die Sonne besteht, in dieser Beziehung untersucht hat? — Allein das hätten sie besser schon oben, als wir von der Masse der Sonne gesprochen haben, fragen können. Wenn man einmal die Masse und das Volum eines Körpers kennt, so ist es sehr leicht, auch die Dichtigkeit desselben zu finden, da diese immer gleich der Masse dividirt durch das Volum des Körpers ist. Es wurde aber oben gesagt, daß die Masse der Sonne 355,000, und das Volum derselben 1,300,000 mal größer ist, als das der Erde. Wenn man nun die erste dieser beiden Zahlen durch die zweite dividirt, so erhält man $0,_{27}$ oder nahe $^1/_4$, daher die Dichtigkeit der Sonne nur den vierten Theil der Dichtigkeit der Erde betragen kann. Wie man aber zu jener Kenntniß der Masse der Sonne gelan=gen kann, werden wir in der nächstfolgenden Abtheilung dieses Werkes sehen, wie wir denn überhaupt hier noch gar manches, von dem wir erst in der Folge eine, wie wir hoffen, völlig genü=gende Rechenschaft werden geben können, dem guten Glauben und dem Vertrauen der Leser zu unserer Redlichkeit überlassen müs=sen. Es mag ihnen immerhin etwas auffallend dünken, wenn sie die Astronomen behaupten hören, daß sie die Gestirne des Himmels wie auf einer Wage abgewogen und gefunden haben

sollen, daß sie, wenn sie die Sonne in die eine Wagschale legten, in die andere 355,000 solche Kügelchen, wie unsere Erde ist, legen müßten, um das Gleichgewicht der Wage zu erhalten. Aber da sie ihnen glauben, wenn sie die Finsternisse der Sonne und des Mondes ganze Jahre, ja Jahrhunderte voraus sagen, warum sollten sie eben hier mißtrauischer seyn und ihnen weniger Glauben schenken? Zwar sind von diesen Finsternissen schon so viele eingetroffen und genau so eingetroffen, wie sie von den Astronomen vorausgesagt worden sind. Aber auch jene Aussagen von der Masse und Dichtigkeit der Himmelskörper werden eintreffen, und, wie wir mit Zuversicht erwarten, selbst in einem Werke dieser Art, aus dem doch alle eigentliche Rechnung verwiesen seyn soll, eine Bestätigung finden, die jeden unsrer Leser vollkommen zufrieden stellen soll.

§. 4. (Fall der Körper auf der Oberfläche der Sonne.) Wir wollen daher, im Vertrauen auf den guten Glauben zu unserer Wahrheitsliebe, sogleich noch einen Schritt weiter gehen und hinzusetzen, daß die Astronomen nicht bloß die Masse der Sonne abgewogen, und die Dichtigkeit des Stoffes, aus dem sie besteht, bestimmt haben, sondern daß sie sogar dahin gekommen sind, zu erfahren, wie tief ein Stein oder sonst irgend ein schwerer Körper in der ersten Secunde fallen würde, wenn er auf der Oberfläche der Sonne seiner Unterstützung beraubt und sich selbst überlassen würde. Auf unserer Erde beträgt dieser Fall der Körper in der ersten Secunde bekanntlich nahe 15 Par. Fuß, wie bereits Tausende von Beobachtungen gezeigt haben, und wie jeder, wenn er will, selbst versuchen kann. Auf der Sonne aber haben wir allerdings keine solchen Beobachtungen anstellen können, allein wir wissen demungeachtet nicht weniger gewiß, daß dieser Fall der Körper dort 430 Fuß beträgt, und daß daher die Körper auf der Sonne in dieser ersten Secunde nahe 29 mal tiefer fallen, als auf der Erde. Wir werden weiter unten Gelegenheit haben, auch von dieser Behauptung eine Jedermann zufrieden stellende Rechenschaft zu geben. Hier wollen wir uns begnügen, zu wissen, daß jeder Körper, der bei uns z. B. hundert Pfunde wiegt, dort 2900 Pfunde oder nahe 30 Centner wiegen würde. Dieß Experiment dürfte aber, selbst wenn wir zur Sonne gelangen könnten, nicht mit un-

seren gewöhnlichen Wagen angestellt werden, da das Gewicht in der andern Schaale der Wage ebenfalls ein Körper, und daher ebenfalls 29 mal schwerer auf der Sonne seyn wird, als auf der Erde. Aber eine Maschine, z. B. eine elastische Feder, die den Druck der auf ihr liegenden Körper angäbe, würde hier schon bessere Dienste leisten, da der vorhergehende Ausdruck eigentlich nur sagen will, daß der Druck eines jeden Körpers auf seine Unterlage an der Oberfläche der Sonne 29 mal größer ist, als an der der Erde. Und doch würden wir uns vergebens bemühen, auch den Versuch mit einer solchen Maschine auf der Sonne anzustellen, selbst wenn wir Mittel hätten, bis zu ihr zu gelangen. Denn abgerechnet, daß wir, wenn wir auf unserer Reise von der Erde zur Sonne der letztern einmal nahe genug kämen, mit einer so großen Kraft von ihr angezogen, und mit einer so ungeheuern Geschwindigkeit auf ihr ankommen würden, daß wir entweder schon längst erstickt, oder bei unserem Auffalle zerschmettert werden müßten; angenommen selbst, daß wir ein Mittel hätten, uns vor der großen Hitze zu schützen, die wir wahrscheinlich in ihrer Nähe erleiden müßten, so würde schon jener größere Druck unsern Aufenthalt daselbst ganz unmöglich machen. Unser eigener Körper würde nämlich uns selbst ebenfalls mit einem 29 mal größeren Gewichte drücken, und die 150 Pfunde, die wir etwa hier mit uns selbst herumtragen, würden dort mit einer 29 mal größeren Kraft, d. h. mit einem Gewichte von 4350 Pfunden auf uns lasten, und wir würden, da wir unser eigenes Gewicht nicht mehr ertragen könnten, von uns selbst erdrückt werden.

§. 5. (Veränderliche Dichtigkeit der Sonnenmasse.) Uebrigens muß bemerkt werden, daß die oben erwähnte Dichtigkeit der Sonnenmasse nur die mittlere Dichtigkeit derselben ist, oder daß, wenn die Sonne in allen ihren Theilen eine durchaus homogene Masse hätte, die Dichtigkeit derselben dem vierten Theile der mittlern Dichtigkeit unsrer Erde gleich, also nahe so groß, wie die des Pechs oder der Steinkohle seyn würde. Allein diese Voraussetzung einer überall gleich dichten Masse der Sonne ist äußerst unwahrscheinlich, und wir werden später sehen, daß die Dichte dieses Himmelskörpers mit der Nähe zu seinem Mittelpunkte immer zunehmen, und in diesem Mittelpunkte selbst eine ganz

außerordentliche seyn müsse, weil hier die Masse der Sonne durch die Kraft ihrer eigenen Anziehung sehr stark zusammengedrückt wird. Es ist aber bekannt, daß die Temperatur aller Körper, wenn sie einer heftigen Compression ausgesetzt werden, sehr hoch ist, woraus folgt, daß im Innern der Sonne auch eine sehr große Hitze herrschen muß, und daß vielleicht nur die durch diese Hitze vermehrte Elasticität der Sonnenmasse hindert, daß sie nicht durch ihre eigene Attractionskraft in einen sehr kleinen Körper zusammengedrückt werde.

§. 6. (Physische Beschaffenheit der Sonne.) Es würde ohne Zweifel sehr interessant seyn, die physische Beschaffenheit dieses Centralkörpers unseres Planetensystems, auch nur die seiner Oberfläche, näher zu kennen. Allein er ist zu Untersuchungen dieser Art, selbst für unsere besten Fernröhre, zu weit entfernt, als daß wir auf große Erfolge rechnen könnten. Nach den neuesten Untersuchungen beträgt die Horizontalparallaxe (I. §. 63.) derselben für die Bewohner unseres Aequators nur 8.578 Secunden, woraus die mittlere Entfernung derselben von der Erde gleich 20 665,800 deutschen Meilen abgeleitet wird, eine Distanz, welche eine Kanonenkugel, wenn sie auch in jeder Secunde 1500 Fuß durchlaufen würde, erst in zehn ganzen Jahren zurücklegen könnte. Welche Aussichten haben wir unter solchen Verhältnissen zu großen Entdeckungen über die Oberfläche der Sonne, wir, die wir selbst die Oberfläche der uns so nahen Erde noch immer so wenig kennen.

Demungeachtet werden wir durch die Wichtigkeit dieses größten aller Himmelskörper, den wir näher kennen, und noch mehr vielleicht durch die Wohlthaten, die wir ihm täglich und stündlich verdanken, gleichsam aufgefordert, ihn wenigstens so weit, als es unsere beschränkten Kräfte erlauben, zu untersuchen. Unter diesen Wohlthaten haben wir bereits oben als die zwei vorzüglichsten Licht und Wärme genannt. Es wird nicht unangemessen seyn, bei jedem dieser wahrhaft himmlischen Geschenke etwas länger zu verweilen, um so mehr, da verschiedene wesentliche Eigenschaften derselben erst in den neuesten Zeiten entdeckt, und daher vielleicht noch nicht allgemein genug bekannt sind.

Licht.

§. 7. (Dem Lichte verdanken wir die Farben in der Natur.) Ohne Sonnenlicht würde die Erde, würden alle Planeten von einer ewigen Nacht bedeckt, und das ganze Sonnensystem würde eine starre Wüste, ein weites, finsteres Grab seyn. Die Folgen eines solchen Zustandes, so wie die bloß allgemeinen Vortheile, deren wir uns jetzt durch Hälfe dieses Lichtes erfreuen, sind aber so bekannt, und auch so leicht zu finden, daß es überflüssig wäre, sie hier näher auseinander zu setzen.

Verweilen wir daher bloß einige Augenblicke bei einer der vielen besonderen Eigenschaften, durch welche sich das Sonnenlicht vor jedem andern Lichte auszeichnet. Es ist bekannt, daß jeder einzelne Sonnenstrahl, wenn er durch ein Glasprisma geht, in eine große Anzahl von farbigen Strahlen getheilt wird, unter welchen man vorzüglich die sieben auf einander folgenden unterscheidet: roth, orange, gelb, grün, blau, indigo und violett. Diese gefärbten Strahlen haben alle eine andere Richtung, als der ursprüngliche weiße Strahl, und zwar liegt der rothe Strahl dem ursprünglichen am nächsten, während der violette am weitesten von ihm entfernt ist, so daß also das Prisma, wie man zu sagen pflegt, die rothen Strahlen am wenigsten, und die violetten am meisten bricht. Wird einer dieser gefärbten oder bereits gebrochenen Strahlen neuerdings durch ein Prisma geführt, so ändert er weder seine Brechung, noch seine Farbe, zum Beweise, daß diese Farbe dem Lichte selbst eigenthümlich angehört. Werden endlich alle sieben farbige Strahlen durch eine convexe Glaslinse wieder gesammelt, so erscheint der weiße Strahl wieder, zum Zeichen, daß der weiße Strahl in der That aus jenen gefärbten Strahlen zusammengesetzt ist.

Wenn nun, um nur bei dieser einzelnen Erscheinung stehen zu bleiben, wenn das Sonnenlicht ursprünglich weiß, und nicht aus farbigen Strahlen zusammengesetzt wäre, welche Folgen würden aus einer solchen Einrichtung entstehen? — Die ganze Natur würde farbenlos seyn; alle Körper würden ein bleifarbiges Ansehen haben; die Morgenröthe, und selbst das menschliche Antlitz, die Morgenröthe des Lebens auf den blühenden Wangen der Ju-

außerordentliche seyn müsse, weil hier die Masse der Sonne durch die Kraft ihrer eigenen Anziehung sehr stark zusammengedrückt wird. Es ist aber bekannt, daß die Temperatur aller Körper, wenn sie einer heftigen Compression ausgesetzt werden, sehr hoch ist, woraus folgt, daß im Innern der Sonne auch eine sehr große Hitze herrschen muß, und daß vielleicht nur die durch diese Hitze vermehrte Elasticität der Sonnenmasse hindert, daß sie nicht durch ihre eigene Attractionskraft in einen sehr kleinen Körper zusammengedrückt werde.

§. 6. (Physische Beschaffenheit der Sonne.) Es würde ohne Zweifel sehr interessant seyn, die physische Beschaffenheit dieses Centralkörpers unseres Planetensystems, auch nur die seiner Oberfläche, näher zu kennen. Allein er ist zu Untersuchungen dieser Art, selbst für unsere besten Fernröhre, zu weit entfernt, als daß wir auf große Erfolge rechnen könnten. Nach den neuesten Untersuchungen beträgt die Horizontalparallaxe (I. §. 63.) derselben für die Bewohner unseres Aequators nur 8.578 Secunden, woraus die mittlere Entfernung derselben von der Erde gleich 20 665,800 deutschen Meilen abgeleitet wird, eine Distanz, welche eine Kanonenkugel, wenn sie auch in jeder Secunde 1500 Fuß durchlaufen würde, erst in zehn ganzen Jahren zurücklegen könnte. Welche Aussichten haben wir unter solchen Verhältnissen zu großen Entdeckungen über die Oberfläche der Sonne, wir, die wir selbst die Oberfläche der uns so nahen Erde noch immer so wenig kennen.

Demungeachtet werden wir durch die Wichtigkeit dieses größten aller Himmelskörper, den wir näher kennen, und noch mehr vielleicht durch die Wohlthaten, die wir ihm täglich und stündlich verdanken, gleichsam aufgefordert, ihn wenigstens so weit, als es unsere beschränkten Kräfte erlauben, zu untersuchen. Unter diesen Wohlthaten haben wir bereits oben als die zwei vorzüglichsten Licht und Wärme genannt. Es wird nicht unangemessen seyn, bei jedem dieser wahrhaft himmlischen Geschenke etwas länger zu verweilen, um so mehr, da verschiedene wesentliche Eigenschaften derselben erst in den neuesten Zeiten entdeckt, und daher vielleicht noch nicht allgemein genug bekannt sind.

Licht.

§. 7. (Dem Lichte verdanken wir die Farben in der Natur.) Ohne Sonnenlicht würde die Erde, würden alle Planeten von einer ewigen Nacht bedeckt, und das ganze Sonnensystem würde eine starre Wüste, ein weites, finsteres Grab seyn. Die Folgen eines solchen Zustandes, so wie die bloß allgemeinen Vortheile, deren wir uns jetzt durch Hülfe dieses Lichtes erfreuen, sind aber so bekannt, und auch so leicht zu finden, daß es überflüssig wäre, sie hier näher auseinander zu setzen.

Verweilen wir daher bloß einige Augenblicke bei einer der vielen besonderen Eigenschaften, durch welche sich das Sonnenlicht vor jedem andern Lichte auszeichnet. Es ist bekannt, daß jeder einzelne Sonnenstrahl, wenn er durch ein Glasprisma geht, in eine große Anzahl von farbigen Strahlen getheilt wird, unter welchen man vorzüglich die sieben auf einander folgenden unterscheidet: roth, orange, gelb, grün, blau, indigo und violett. Diese gefärbten Strahlen haben alle eine andere Richtung, als der ursprüngliche weiße Strahl, und zwar liegt der rothe Strahl dem ursprünglichen am nächsten, während der violette am weitesten von ihm entfernt ist, so daß also das Prisma, wie man zu sagen pflegt, die rothen Strahlen am wenigsten, und die violetten am meisten bricht. Wird einer dieser gefärbten oder bereits gebrochenen Strahlen neuerdings durch ein Prisma geführt, so ändert er weder seine Brechung, noch seine Farbe, zum Beweise, daß diese Farbe dem Lichte selbst eigenthümlich angehört. Werden endlich alle sieben farbige Strahlen durch eine convexe Glaslinse wieder gesammelt, so erscheint der weiße Strahl wieder, zum Zeichen, daß der weiße Strahl in der That aus jenen gefärbten Strahlen zusammengesetzt ist.

Wenn nun, um nur bei dieser einzelnen Erscheinung stehen zu bleiben, wenn das Sonnenlicht ursprünglich weiß, und nicht aus farbigen Strahlen zusammengesetzt wäre, welche Folgen würden aus einer solchen Einrichtung entstehen? — Die ganze Natur würde farbenlos seyn; alle Körper würden ein bleifarbiges Ansehen haben; die Morgenröthe, und selbst das menschliche Antlitz, die Morgenröthe des Lebens auf den blühenden Wangen der Ju-

gend würde nur mehr unseren Zeichnungen mit Tusche, unseren grauen Kupferstichen gleichen. Der Regenbogen mit seinem schönen Farbenspiele würde in eine schmale Linie weißgrauen Lichtes übergehen; die Sterne würden matt an einem aschfarbnen Himmel scheinen, und der Vorbote des Morgens, so wie der Beschließer unserer Tage würde nicht mehr seinen Rosenmantel, sondern nur eine einfarbige graue Decke über den Himmel breiten, und selbst der schönste Mittag würde uns nur wie jetzt ein trüber Wintertag erscheinen. Aber die Natur, die schon in die Formen der Körper, die sie gebildet hat, eine so ausgezeichnete Schönheit zu legen wußte, hat ihnen zugleich jene ätherische Anmuth hinzugefügt, die sie aus den Farben der Sonnenstrahlen schöpfte. Ohne dieses Geschenk könnte wohl das Laub der Pflanzenwelt den Knospen Nahrung, und der von ihnen bedeckten Frucht noch Schutz gewähren, aber das jugendliche Grün der Blätter, und der frische Schmelz unserer Wiesen im Frühling würde mit dem welken Gelb des Herbstes überzogen seyn. Ohne dieses Geschenk könnte der Diamant wohl noch seinen Glanz und seine Härte haben, aber er würde, seines lebhaften Farbenspieles beraubt, aufhören, in dem Kranze der Schönheit und in dem Diademe der Fürsten zu prangen. Ohne dieses köstliche Geschenk endlich könnte wohl das menschliche Angesicht noch immer dasselbe feine Gewebe, noch immer derselbe Verräther unserer verborgensten Gefühle seyn, aber das Rosenlicht der Liebe und die Purpurfarbe der Schaamröthe würde nicht mehr auf der jugendlichen Wange blühen, und selbst jene krankhaft fliegende Röthe des welkenden Gesichtes würde nicht mehr die herannahende, oft willkommene Befreiung von dem Lager der Schmerzen verkündigen.

§. 8. (Eigenschaften des Sonnenspectrums.) Der in seine Farben zerlegte Sonnenstrahl erscheint, wenn er von einer weißen Tafel aufgefangen wird, auf derselben unter der Gestalt eines an seinen beiden kürzeren Seiten abgerundeten Rechtecks, welches man das Farbenspectrum zu nennen pflegt. Nimmt man die Länge dieses Spectrums als Einheit an, so beträgt davon das rothe Licht $0,_{12}$, das orangefarbne $0,_{07}$, das gelbe $0,_{13}$, grüne $0,_{17}$, blaue $0,_{17}$, das indigofarbne $0,_{11}$, und endlich das violette $0,_{23}$ Theile, so daß also das violette den größten und das orange-

farbne den kleinsten Raum einnimmt. Im Jahre 1802 aber bemerkte Wollaston zuerst in diesem Spectrum zwei ganz schwarze gerade Linien', die senkrecht auf die zwei längsten Seiten des Rechtecks standen, und von welchen die eine in der grünen, und die andere in der blauen Farbe sich zeigte. Er verfolgte diese Entdeckung nicht weiter, bis sie, mehrere Jahre später, von Fraunhofer, dem Wollastons Beobachtung unbekannt war, dahin erweitert wurde, daß er eine große Anzahl, beinahe 600, solcher schwarzen Streifen in dem Sonnenspectrum fand, die alle unter sich parallel und von verschiedener Dicke und Schwärze waren. Man sieht die Linien, wenn man das Spectrum durch ein Fernrohr beobachtet, immer in denselben relativen Distanzen von einander sowohl, als auch von den Gränzen der einzelnen Farben. Wenn z. B. drei schwarze Linien bemerkt werden, von welchen die beiden ersten doppelt so weit von einander abstehen, als die beiden letzten, und von welchen die mittlere die größte ist, und genau in der Mitte der grünen Farbe liegt, so findet man alle diese Verhältnisse bei jedem andern Spectrum wieder, welcher Art auch das Prisma von Glas, Krystall, Wasser u. dgl. seyn mag, dessen man sich zur Spaltung des Sonnenstrahls bediente. Ihre Anzahl, die Ordnung ihrer Aufeinanderfolge, ihre Intensität ist immer dieselbe, wenn nur der Strahl entweder direct, oder auch indirect, z. B. durch Reflexion, von der Sonne kömmt. Das Licht des Monds, der Planeten, der Fixsterne, ferner das unseres Lampen- oder Küchen-Feuers, oder das der electrischen Funken zeigt zwar auch jene schwarzen parallelen Linien, aber in ganz anderer Ordnung und Vertheilung, so daß jedes Licht sein eigenes System dieser Linien zu haben scheint. Das Licht des Sirius z. B. hat in der orangen und gelben Farbe gar keine schwarzen Streifen, dafür mehrere starke in der grünen und blauen, die das Sonnenspectrum nicht zeigt. Die Streifen in dem Lichte der Zwillinge sind wieder von denen des Sirius verschieden u. s. w., so daß vielleicht jeder Fixstern sein eigenes System hat. Da diese Linien in dem Spectrum eines jeden Orts immer eine feste, unveränderliche Stelle einnehmen, so geben sie ein viel sichereres Mittel, die Brechung der Lichtstrahlen und die einzelnen Farben zu messen, als man früher hatte, wo man nur diese immer sehr

schlecht begränzten Farbenstreifen selbst als die eigentlichen Beobachtungspunkte nehmen mußte.

§. 9. (Verschiedene Intensität des Spectrums.) Die Intensität oder die Stärke der Beleuchtung ist nicht in allen Theilen des Sonnenspectrums gleich groß. Fraunhofer fand durch sehr genaue Beobachtungen mit einem Photometer, daß die stärkste Beleuchtung sehr nahe bei der Gränze zwischen orange und gelb liegt. — Man hat früher geglaubt, daß die helleren Stellen des Spectrums auch zugleich die heißesten seyen, d. h. daß die größte Intensität des Lichts mit jener der Temperatur zusammenfalle, daher Landriani, Sennebier u. a. die gelben Strahlen für die heißesten hielten. Allein der ältere Herschel hat durch unmittelbare Thermometer-Beobachtungen gezeigt, daß erstens die Temperatur in dem Maaße zunehme, wie man von den violetten zu den rothen Strahlen fortgeht, und daß zweitens die höchste Temperatur noch etwas jenseits der rothen Farbe, also außerhalb des Spectrums liege. Daraus folgt, daß die Sonne nicht bloß sichtbare, Lichtstrahlen, sondern daß sie auch unsichtbare, Wärmestrahlen habe, und daß die Brechbarkeit der letzten kleiner sey, als die der ersten, weil, wie schon erwähnt, unter den sichtbaren Strahlen die rothen die kleinste, und die violetten die größte Brechung haben. Selbst in der Entfernung von zwei Zollen von den äußersten rothen Strahlen ist die Temperatur der Wärmestrahlen noch beträchtlich. Englefield fand die Temperatur der blauen Strahlen 13° Reaumur, der grünen 14°, der gelben 17°, der rothen 22°, und die höchste Temperatur jenseits der rothen Strahlen 26°. Seebuch, der diese Beobachtungen mit besonderem Fleiße wiederholte, fand den Ort der höchsten Temperatur verschieden je nach der Materie, aus welcher das Prisma gemacht wurde. Für das Glas gaben die rothen Strahlen die größte Wärme, für Ammoniacsalz und Schwefelsäure die orangefarbnen, für Wasser, Alcohol und mehrere Oehle die gelben u. s. w.

§. 10. (Chemische Wirkungen des Spectrums.) Die verschiedenen Stellen des Sonnenspectrums unterscheiden sich auch noch durch ihre chemischen Wirkungen. Schon Scheele hatte bemerkt, daß salzsaures Silber in der blauen Farbe des Spectrums viel eher und viel stärker schwarz werde, als in der rothen, und der

jüngere Herschel fand später, daß die größte Intensität dieser chemischen Kraft noch etwas jenseits der violetten Strahlen, also wieder außerhalb des Spectrums, liege, so daß also das uns sichtbare Spectrum auf der einen Seite von den intensivsten wärmenden, und auf der andern von den intensivsten chemischen Strahlen begränzt wird. Die ersten, auf der Seite der rothen Farbe, stellen sogar das in der blauen Farbe geschwärzte salzsaure Silber wenigstens großentheils wieder her, so daß also die erste Gattung der unsichtbaren Strahlen, die neben der rothen Farbe, die Oxygenation, und die zweite Gattung, neben der violetten Farbe, die Desoxygenation der Körper befördern. Seebuch, der die Beobachtungen der chemischen Wirkungen der Farben mit besonderer Umsicht anstellte, fand, daß jede Farbe auf das salzsaure Silber eine besondere Wirkung äußere, da es in der violetten Farbe braunroth, in der blauen blaßgrau, in der gelben weißgelb, und in der rothen Farbe ebenfalls röthlich wurde.

§. 11. (Magnetische Wirkungen des Spectrums.) Endlich hat man in den letzten Zeiten auch noch verschiedene magnetische Kräfte in den einzelnen Theilen des Sonnenspectrums entdeckt. Schon Morichini fand, daß gewöhnliche Stahlnadeln in dem violetten Farbentheile von selbst magnetisch werden. Carpa, Rudolfi und Davy bestätigten diese Beobachtungen, und Sommerville fand überdieß, daß auch die blaue und grüne Farbe der Nadel noch eine magnetische Kraft, obgleich eine schwächere, mittheile, während im Gegentheile die gelbe, orange und rothe Farbe gar keine solche Kraft zu besitzen scheint. Prof. Baumgartner in Wien fand, daß Stahldraht, dessen eine Hälfte polirt, die andere aber rauh ist, wenn er dem weißen Lichte der Sonne einige Zeit durch ausgesetzt ist, magnetisch wird, indem die beiden Ende des polirten Theils einen Nordpol, und die beiden Ende des andern Theils einen Südpol zeigten. Barlocci fand später, daß gewöhnliche Magnete, wenn sie dem Sonnenlichte ausgesetzt werden, ihre Kraft beinahe verdoppeln, wenn man den Nordpol derselben gegen die Sonne richtet, und daß sie im Gegentheil, wenn man den Südpol gegen die Sonne stellt, an Kraft verlieren. Obschon Ries und Moser sich gegen diese Experimente erklärten, da sie dieselben durch ihre eigenen Beobachtungen nicht bestätiget fanden,

so scheinen sie doch die Aufmerksamkeit der Naturforscher in hohem Grade zu verdienen.

§. 12. (Geschwindigkeit und Feinheit des Sonnenlichts.) Die Fortsetzung des Lichts scheint durch seine Expansivkraft, oder durch eine sehr starke und schnell wirkende Abstoßungskraft der leuchtenden Körper hervorgebracht zu werden. Diese Kraft muß ungemein groß seyn, da sich das Licht mit einer außerordentlichen Schnelligkeit fortpflanzt. Es legt in einer Secunde 41,900 d. Meilen, also in einem Tage über 3,620 Millionen, und in einem Jahre von $365^1/_4$ Tagen über 1,322,263 Millionen Meilen zurück, so daß es von der Sonne bis zur Erde, wenn diese in ihrer mittleren Entfernung von der Sonne ist, in 8 Min. $13,_{22}$ Secunden gelangt. Dieß ist die größte Geschwindigkeit, die wir bisher kennen gelernt haben. Nur die Fortpflanzung der Schwere scheint noch unvergleichbar geschwinder vor sich zu gehen, und die Zeit, welche z. B. die Attraction der Sonne braucht, bis zur Erde zu gelangen, muß, wie die Rechnung zeigt, noch viele Millionenmale kürzer seyn, als diejenige, die das Licht anwendet, denselben Weg zurückzulegen. — Da aber die Wirkung, welche ein Körper durch seine Bewegung auf andere Körper hervorbringt, das Product seiner Masse in seine Geschwindigkeit ist, so müßte das so ungemein schnell bewegte Licht einen sehr schmerzhaften Eindruck auf unser Auge machen, wenn die Masse, die Feinheit der einzelnen Lichttheilchen nicht noch viel erstaunenswerther wäre, als die Geschwindigkeit derselben. Wegen dieser außerordentlich geringen Masse hat man auch das Licht bisher zu den Imponderabilien (den unwägbaren Substanzen) gezählt. Wahrscheinlich sind die einzelnen Elemente, aus welchen jeder Lichtstrahl besteht, sehr weit von einander entfernt, weil es sonst nicht zu erklären wäre, wie man selbst durch die kleinste Oeffnung eines vor dem Auge gehaltenen Blattes eine ganze Gegend übersehen kann, da doch von jedem einzelnen Punkte der Gegend Strahlen durch diese Oeffnung gehen müssen, ohne sich zu stören. Da der Eindruck des Lichtes im Auge, nach den darüber angestellten Beobachtungen, nicht unter ein und nicht über drei Zehntheile einer Secunde dauert, so kann ein Lichttheilchen von dem andern über 4000 Meilen entfernt seyn, ohne daß darum der soge-

nannte Lichtstrahl aufhören wird, uns als eine gerade Linie zu erscheinen.

§. 13. (Vibrations- und Emanations-Hypothese.) Es kann aber auch seyn, daß das Licht nicht in einer Emanation der leuchtenden Körper, sondern daß es in den Schwingungen eines diese Körper umgebenden elastischen Mittels besteht, so wie der Ton durch die Schwingungen entsteht, welche tönende Körper in unserer Atmosphäre hervorbringen, wenn sie die Vibrationen, die sie durch eine äußere Kraft erhalten haben, der sie umgebenden elastischen Luft mittheilen. Diese letzte Hypothese, die zuerst Huygens und Euler aufstellten, scheint in der That mehrere Erscheinungen des Lichts vollkommen zu erklären, die nach der von Newton angenommenen Voraussetzung einer Emanation nicht, oder doch nicht so gut dargestellt werden können.

Zu den schönsten Entdeckungen der Optik in den neuesten Zeiten gehören ohne Zweifel diejenigen Erscheinungen des Lichts, die man unter der Benennung der Polarisation und Interferenz desselben zu begreifen pflegt. Da sie, als neue Gegenstände, ihres hohen Interesses ungeachtet, nur noch einem kleinen Kreise von Lesern bekannt seyn mögen, so wird es nicht unangemessen erscheinen, einige Augenblicke bei ihnen zu verweilen, wobei wir die schöne Darstellung, die Arago in dem Annuaire für das Jahr 1831 von diesem Phänomen gegeben hat, zu Grunde legen wollen.

§. 14. (Allgemeine Erscheinung des polarisirten Lichts.) Wenn ein Sonnenstrahl auf einen gewöhnlichen durchsichtigen Körper, z. B. auf Glas fällt, so kann er wohl in demselben von seiner frühern Richtung abgelenkt werden, aber immer sieht man ihn wieder auf der andern Seite des Glases als einen einzigen Strahl heraustreten. Allein unter diesen durchsichtigen Körpern gibt es einige, welche von der erwähnten Erscheinung eine merkwürdige Ausnahme machen. Dahin gehört vorzüglich der sogenannte isländische Krystall, der Kalkspath u. s. Wenn ein Lichtstrahl auf die Oberfläche eines solchen Körpers, selbst in senkrechter Richtung fällt, so theilt er sich daselbst sogleich in zwei Strahlen. Der eine geht, ohne eine Beugung zu erfahren, durch den Krystall durch, während der andere von seiner ersten Richtung sehr stark abgelenkt wird. Man nennt jenen den gewöhnlichen,

und diesen den ungewöhnlichen oder außerordentlichen Strahl. Beide liegen immer in einer auf die brechende Fläche des Krystalls senkrechten Ebene, und diese Ebene wird der Hauptschnitt des Krystalls genannt.

Legt man nun einen Krystall so, daß sein Hauptschnitt z. B. in der Ebene des Meridians in der Richtung von Süd nach Nord gehe, und stellt man in einiger Entfernung unter ihm einen andern solchen Krystall, dessen Hauptschnitt ebenfalls im Meridian, also dem vorigen parallel liegt, und läßt man auf die obere Fläche des ersten Krystalls einen Lichtstrahl fallen, so wird derselbe durch den ersten Krystall, wie gesagt, in zwei Strahlen gebrochen werden, also als ein doppelter Strahl aus ihm hervor-, und bald darauf in den zweiten Krystall eintreten. Wird nun auch jeder dieser zwei auf den zweiten Krystall auffallenden Strahlen von demselben wieder in zwei andere gespalten werden? Wird man also jetzt vier Strahlen aus dem zweiten Krystall heraustreten sehen? — Keineswegs. Der gewöhnliche Strahl wird auch in dem zweiten Krystall der gewöhnliche bleiben, aber der außerordentliche wird sehr stark von seiner frühern Richtung abgelenkt werden, und keiner von diesen beiden Strahlen wird weiter gespalten, so daß man aus dem zweiten, wie vorhin aus dem ersten Krystall nur zwei Strahlen austreten sieht.

Um dieß durch Zeichnungen zu versinnlichen, sey ARMN (Fig. I.) ein solches Stück Isländischen Krystalls, und Rr der auf die obere Fläche desselben einfallende Strahl. Derselbe wird bei r in den gewöhnlichen Strahl rO und in den außerordentlichen rE gespalten, wo dann beide an der untern Seite des Krystalls in den Richtungen Oo und Ee wieder aus demselben heraustreten. Wird diese untere Seite auf ein Blatt weißen Papiers gestellt, auf welchem man eine schwarze Linie MN verzeichnet hat, so sieht ein Auge bei R diese Linie doppelt, nämlich MN und mn. Wenn man aber das Auge immer in derselben Richtung hält, den Krystall auf seiner Unterlage von Papier gleichsam um die Axe Or dreht, so treten diese beiden Linien MN und mn näher an, oder weiter von einander, und es gibt in der ganzen Peripherie dieser Drehung zwei einander gegenüberstehende Punkte, wo diese beiden Linien zusammen fallen, und nur eine einzige bilden,

und wieder zwei andere, nahe 90 Grade von jenen entfernte Punkte, wo diese beiden Linien ihren größten Abstand von einander haben.

Wenn der ursprüngliche Lichtstrahl Rr senkrecht auf die Fläche des Krystalls fällt, so geht er ganz ohne Biegung durch, und wenn er unter irgend einem schiefen Winkel auf diese Fläche fällt, so wird er zwar an dieser obern sowohl, als auch an der untern Fläche, bei r und bei O, gebogen, aber ganz nach dem bekannten Gesetze der Refraction, daß nämlich die Sinus des Einfalls- und des Brechungs-Winkels immer dasselbe Verhältniß unter sich beibehalten. Da dieß bei allen durchsichtigen Körpern im Allgemeinen beobachtet wird, so heißt eben aus dieser Ursache rO der gewöhnliche Strahl. Dieses Gesetz der allgemeinen Refraction wird nun von dem andern Strahl rE nicht befolgt, und deßwegen wird er auch der außerordentliche Strahl genannt.

In Fig. 2. werden zwei solcher Krystalle in geringer Entfernung von einander und so vorgestellt, daß ihre Hauptschnitte einander parallel liegen. Der Lichtstrahl Rr soll, der größeren Einfachheit wegen, senkrecht auf die Oberfläche des ersten Krystalls einfallen, und also bei r in zwei Strahlen gespalten werden. Der gewöhnliche Strahl rD geht ungebrochen durch beide Krystalle und verfolgt den Weg rDCKOo; der außerordentliche Strahl aber wird in r sowohl, als auch in C, und dann in F sowohl, als auch in H gebrochen, so daß sein Weg rCFHEe ist.

Wenn aber der untere Krystall um seine Axe so lange gedreht wird, bis sein Hauptschnitt auf dem Hauptschnitte des oberen Krystalls senkrecht steht, oder mit ihnen einen rechten Winkel bildet, so verhält sich die Sache so, wie sie in Fig. 3. dargestellt wird. Dann wird nämlich der gewöhnliche Strahl rODC des ersten Krystalls in dem zweiten auf die außerordentliche Weise, und der außerordentliche Strahl rECF des ersten Krystalls wird von dem zweiten auf die gewöhnliche Weise gebrochen. Es ist nämlich (in Fig. 2.) Oo der durch beide Krystalle gewöhnlich, und Ee der durch beide außerordentlich gebrochene Strahl, und eben so ist (Fig. 3.) Oe der im ersten Krystall gewöhnlich und im zweiten außerordentlich, so wie endlich Eo der im ersten Krystalle außerordentlich und im zweiten gewöhnlich gebrochene Strahl.

In jeder von diesen beiden Lagen der zwei Krystalle, wo die Hauptschnitte derselben entweder parallel oder auf einander senkrecht sind, wird weder der gewöhnliche, noch der außerordentliche Strahl von dem zweiten Krystall mehr gespalten, und man sieht immer nur zwei Strahlen. Aber in den Zwischenpositionen dieser beiden Lagen, wenn nämlich der Winkel der beiden Hauptschnitte weder 0 noch 90 Grade beträgt, hat allerdings eine solche Spaltung statt, so daß man dann mehr als zwei Lichtstrahlen bemerkt.

§. 15. (Erklärung dieser Erscheinungen des polarisirten Lichts.) Was ist nun die Ursache dieser sonderbaren Erscheinungen? — Auf den ersten Blick könnte man glauben, daß jeder Lichtstrahl aus zwei verschiedenen Strahlen, aus zwei verschiedenen Reihen von Elementen besteht, von welchen die erste die Eigenschaft hat, auf die gewöhnliche, und die andere auf die außerordentliche Weise, von diaphanen Körpern gewisser Art, gebrochen zu werden. Aber die so eben angeführte Beobachtung steht mit dieser Annahme im Widerspruch, daß nämlich, wenn die Hauptschnitte auf einander senkrecht stehen, der gewöhnliche Strahl des ersten Krystalls der ungewöhnliche im zweiten wird und umgekehrt.

Der ganze Unterschied zwischen den in Fig. 2 und 3 vorgestellten Erscheinungen rührt offenbar nur daher, daß man in Fig. 2 die beiden Hauptschnitte parallel, also z. B. beide von Süd gen Nord gestellt hat, während man in Fig. 3 den einen nach Südnord und den andern nach Ostwest gerichtet hat. Die von dem ersten Krystalle kommenden Strahlen würden also von dem Hauptschnitte des zweiten Krystalls in Fig. 2 in der Richtung Südnord, und in Fig. 3 in der Richtung Ostwest geschnitten. Es muß also auch in jedem Lichtstrahle etwas seyn, das seine Südnordseite von seiner Ostwestseite verschieden macht, und diese zwei oder eigentlich diese vier Hauptseiten müssen noch das Eigenthümliche haben, daß die Nordsüdseite des gewöhnlichen Strahls mit der Ostwestseite des außerordentlichen Strahls als identisch angesehen werden kann, so zwar, daß der letzte, wenn er um 90 Grade um sich selbst gedreht wird, von dem ersten nicht mehr unterschieden werden kann. Wir werden daher künftig bei jedem Lichtstrahl, so fein er auch übrigens seyn mag, vier Seiten

zu unterscheiden haben, deren jede 90 Grade von ihren beiden nächsten absteht, etwa so wie wir bei einem Dolche drei Schneiden, und bei jeder viereckigen Stange vier Ecken oder Flächen unterscheiden, und diese vier Seiten werden so wesentlich verschieden seyn, wie es z. B. die Schneide oder der Rücken oder die beiden Seiten eines jeden Messers sind.

Da man bei dem Magnet bekanntlich ebenfalls zwei Seiten oder zwei Punkte bemerkt, die man die Pole des Magnets nennt, und deren Eigenschaften in mehreren Stücken mit den eben erwähnten der Lichtstrahlen ähnlich sind, so hat man analog die auf die vorhergehende Weise erhaltenen Strahlen Oo und Ee (Fig. 1.) polarisirtes Licht genannt. Denkt man sich einen solchen gleichsam cylindrischen Lichtstrahl, senkrecht auf seine Länge, durchschnitten, so wird dieser Schnitt die Gestalt eines Kreises haben. Ziehen wir in diesem Kreise einen Durchmesser AB und einen darauf senkrechten CD; dieß vorausgesetzt, wird also jeder polarisirte Lichtstrahl in den beiden einander gegenüberstehenden Punkten A und B gleiche, und in den beiden Punkten C und D zwar wieder gleiche, aber jenen entgegengesetzte Eigenschaften haben, und überdieß wird der Strahl Oo (Fig. 1.) dieselben Eigenschaften in den beiden Punkten A und B haben, die der Strahl Ee in den beiden anderen Punkten C und D hat, oder mit anderen Worten, die Diameter der gleichartigen Eigenschaften werden, bei den polarisirten Strahlen, auf einander senkrecht stehen.

Die Lage dieser Diameter ist in der Lehre von der Polarisation des Lichtes von der größten Wichtigkeit. Sind bei zwei Lichtstrahlen diese Diameter AB, A'B' also auch CD, C'D' parallel, so sagt man, diese Strahlen sind in derselben Ebene polarisirt. Sind aber die Diameter AB, C'D' und A'B', CD mit einander parallel, so heißen die Strahlen unter rechten Winkeln polarisirt. Die zwei Strahlen Oo und Ee, die man durch den isländischen Krystall erhält, sind daher immer unter rechten Winkeln polarisirt.

§. 16. (Polarisation des Lichts durch andere Mittel.) Auch in Beziehung auf die Reflexion von Spiegeln sind die natürlichen Strahlen von den polarisirten wesentlich verschieden. Von den natürlichen Strahlen, die auf einen Spiegel fallen, wird immer ein großer Theil in der That zurückgeworfen; bei polarisirten

Strahlen aber gibt es eine bestimmte Lage des Spiegels, wo er das meiste, und eine andere Lage, wo er ganz und gar kein Licht zurückwirft. Dieß gab uns daher ein leichtes Mittel, das polarisirte Licht von dem natürlichen zu unterscheiden; aber erzeugen konnte man das letzte doch nur durch die oben erwähnten Versuche mit dem isländischen Krystall.

Allein dabei blieb es nicht lange, und Malus, der die Entdeckung, daß polarisirtes Licht nicht in allen Lagen des Spiegels reflectirt wird, gemacht hatte, machte bald darauf noch eine zweite, und in ihren Folgen viel wichtigere. Er fand nämlich, daß man durch bloße Reflexion der Strahlen von durchsichtigen Spiegeln jeder Art auf eine sehr einfache Weise polarisirtes Licht erzeugen kann. Wenn die Lichtstrahlen von einem gewöhnlichen Glasspiegel unter einem Winkel von 35°,4 oder von der Oberfläche des Wassers unter einem Winkel von 37°,8 zurückgeworfen werden, so ist dasselbe ganz eben so vollkommen polarisirt, als das durch den isländischen Krystall gehende Licht nur immer seyn kann. — Seit der Zeit der Griechen, seit mehr als 2000 Jahren kennt man die Reflexion des Lichts durch die Spiegel, aber nie ist es weder einem Künstler, noch einem Theoretiker der alten und neuen Zeiten eingefallen, in dieser Reflexion etwas anderes, als ein Mittel zu suchen, die Strahlen der Sonne entweder zu vereinigen oder zu zerstreuen, also überhaupt nur ihre gegenseitige Lage zu ändern, und Niemand hat es auch nur von ferne geahnet, daß man dadurch zugleich eine völlige Aenderung der Natur des Lichtes selbst hervorbringen könne.

Seitdem hat Arago noch eine andere Art, polarisirtes Licht zu erhalten, entdeckt. Die auf diese Art polarisirten Strahlen geben, wenn sie durch einen isländischen Krystall gehen, zwei verschiedene Bilder, deren jedes in einer bestimmten, sehr lebhaften Farbe erscheint. Wenn auch z. B. der einfallende Strahl ganz weiß ist, so ist doch der gewöhnliche Strahl vollkommen roth, oder gelb, oder grün u. s., je nach der Seite, welche dieser Strahl dem Krystalle bei seinem Eintritt in dasselbe zuwendet. Der außerordentliche Strahl aber ist nicht nur immer von einer ganz andern Farbe, als der gewöhnliche, sondern die Farben der beiden Strahlen sind zugleich die verschiedensten, die man finden

kann, z. B. stark roth und hellgrün, orange und violett u. s. w. Wenn dieses auf eine neue Art polarisirte Licht von einem diaphanen Spiegel zurückgeworfen wird, zeigen sich ebenfalls neue und sehr merkwürdige Erscheinungen. Ist z. B. einer dieser anfänglich weißen Strahlen vertical, und begegnet er einem Glasspiegel unter einem Winkel von 35 Graden, so kann der Spiegel um den Strahl willkührlich gedreht werden, wenn er nur immer dieselbe Neigung gegen den Strahl beibehält, ohne daß je wieder weißes Licht von ihm zurückgeworfen wird. Das reflectirte Licht wird nach der Ordnung, wie man den Spiegel wendet, von der rothen bis zur violetten alle Farben des Spectrums wieder geben, aber nie die weiße, so daß man also, um diese Versuche zu erklären, nicht bloß vier, sondern eigentlich unzählige Pole eines jeden einzelnen Lichtstrahls annehmen muß, und daß jede einzelne Seitenlinie des Strahlencylinders seine eigene Farbe, seine eigene Natur zu haben scheint. Durch dieses Verfahren kann man also zugleich das weiße Sonnenlicht, bloß mit Hülfe der Reflexion, ganz eben so gut in seine einfachen Farben zerlegen, wie man es, seit Newton, bisher bloß mit Hülfe des Prisma's gethan hat. Zwar sind die Farben, welche man auf diese Art erhält, weniger lebhaft, aber die Bilder der Gegenstände, welche man dadurch darstellen will, sind auch in ihren Umrissen nicht mehr verzerrt, wie dieß bei dem Prisma der Fall ist.

§. 17. (Interferenz des Lichtes.) Noch interessanter und wunderbarer zugleich sind diejenigen erst seit Kurzem bekannten Erscheinungen des Lichtes, die man unter der Benennung der Interferenz desselben zu bezeichnen pflegt. — Wenn man durch eine kleine runde Oeffnung Lichtstrahlen in ein verfinstertes Zimmer läßt, so bilden dieselben auf einer der Oeffnung gegenüber stehenden Wand einen runden beleuchteten Kreis. Wenn man in diesen Lichtkegel, in irgend einer Distanz, zwischen der Oeffnung und der Wand einen opaken Körper, z. B. eine Kugel hält, so wird er seinen Schatten auf jenen beleuchteten Kreis der Wand werfen, und dieser Schatten wird, das ist hier das Wesentliche, von drei verschiedenfarbigen, fransigen Ringen umgeben seyn. Wenn man endlich auch nur einen kleinen Theil des Randes dieser Kugel mit einem größeren, undurchsichtigen Schirm bedeckt, so ver-

schwinden sofort diese gefärbten Ringe ganz und gar, obschon sie vorhin den Schatten in allen seinen Gränzen umgaben, und obschon noch immer bei weitem der größte Theil der Kugel von dem Lichte beschienen wird. Es scheint daraus nothwendig zu folgen, daß jene fransigen Ringe von demjenigen Lichte entstanden sind, das zu beiden Seiten der Kugel nahe bei derselben vorbei ging. Der berühmte englische Naturforscher Young, der dieses Phänomen zuerst beobachtete, war der Ansicht, daß die jene Kugel an zwei entgegenstehenden Seiten nahe vorbeigehenden Strahlen auf einander wirken, und dadurch jene farbigen Ringe hervorbringen. Er nannte diese Wirkung die Interferenz der Strahlen. Fresnel, dem wir überhaupt die meisten und schönsten Aufschlüsse in diesem interessanten Theile der Optik verdanken, zeigte, daß diese Interferenz eine Einwirkung der directen, von der kleinen Oeffnung unmittelbar kommenden Strahlen auf diejenigen sey, welche die Kugel sehr nahe vorbei gehen, und durch dieselbe gebogen oder inflectirt werden.

Wenn ein Sonnenstrahl in einem verfinsterten Zimmer auf eine Tafel, z. B. auf ein Blatt weißen Papieres fällt, so malt er sich auf demselben, wie bereits gesagt, als ein hellglänzender Punkt ab. Allein diesen hellen Punkt kann man auf eine sehr einfache Weise sofort zu einem ganz finstern machen, ohne übrigens den Lichtstrahl, noch das Papier zu berühren. Und worin soll dieser sonderbare Prozeß bestehen, durch den man in einem Augenblicke Tag in Nacht und umgekehrt verwandeln kann? — Die Auflösung dieses Räthsels wird den Lesern ohne Zweifel noch sonderbarer erscheinen, als das Räthsel selbst. — Man darf nur auf diesen hellen Punkt noch einen zweiten Sonnenstrahl leiten, der denselben ganz eben so, wie der erste bescheint, und der, wenn er allein da wäre, den Punkt eben so hell, wie der erste, gemacht haben würde. Beide zusammen aber machen ihn, nicht, wie man glauben sollte, noch heller, sondern sie machen ihn ganz dunkel und schwarz! — Also, wenn man, unter gewissen Verhältnissen nämlich, Licht zu Licht gießt, so wird es finster: die beiden Lichtstrahlen zerstören sich gegenseitig, sie heben sich auf. Und auch das ist eine Wirkung der Interferenz des Lichts.

§. 18. (Erläuterung dieser Erscheinungen der Interferenz des Lichts.) Und welches sind diese Verhältnisse, die so wunderbare Folgen nach sich ziehen? — Die einfachsten von der Welt. Alles kömmt nur darauf an, daß die beiden Strahlen von demselben Punkte des leuchtenden Objects ausgehen, und daß die beiden kleinen Oeffnungen, durch welche die zwei Strahlen in das verfinsterte Zimmer gelangen, von dem Papier eine bestimmte und unter einander verschiedene Entfernung haben. Die Strahlen, die von dem östlichen Rande der Sonne kommen, interferiren, d. h. zerstören sich nie durch die Strahlen des westlichen Randes und umgekehrt. Von all denen unzähligen Strahlen, aus denen jeder einzelne Sonnenstrahl besteht, interferiren immer nur diejenigen, die gleiche Brechung, also auch gleiche Farbe haben, daher z. B. der rothe und der grüne Strahl sich nie gegenseitig aufheben. Aber auch die gleichartigen Strahlen, z. B. weiß und weiß, oder roth und roth, interferiren nie, wenn der Punkt des Papieres, in welchem sie sich begegnen und schneiden, gleichweit von beiden Oeffnungen des Fensterladens entfernt ist, sondern in diesem Falle wird der leuchtende Punkt durch das Hinzukommen des zweiten Strahls in der That noch heller.

Aber nicht jede Differenz dieser beiden Entfernungen bringt eine Interferenz des Lichts hervor. Nehmen wir an, a sey die kleinste Differenz dieser Entfernungen, für welche der leuchtende Punkt durch beide Strahlen erhellt, also mit der Summe ihres Lichtes beleuchtet wird, so wird dieselbe stärkste Beleuchtung des Punktes auch dann noch statthaben, wenn jene Differenz der Distanzen des Punktes von den beiden Oeffnungen a oder 2a oder 3a oder 4a u. s. ist. Dieß ist bereits sonderbar genug, höre ich meine Leser sagen. Sehr wohl, aber, was ihnen wohl noch mehr auffallen wird, wenn diese Differenz der Distanzen gerade mitten zwischen die jetzt aufgezählten fällt, so interferiren die beiden Strahlen, oder die Beleuchtung des Punktes ist dann die kleinste, oder vielmehr, der Punkt erhält ganz und gar keine Beleuchtung mehr und erscheint ganz schwarz. Der Punkt ist also am hellsten, wenn diese Differenz a, 2a, 3a, 4a, und er ist ganz dunkel, wenn diese Differenz $\frac{1}{2}a, \frac{3}{2}a, \frac{5}{2}a, \frac{7}{2}a$ ist.

§. 19. (Erklärung der Interferenz des Lichts im Vibrationssysteme.) Es würde uns viel zu weit führen, wenn wir alle die Erscheinungen jener gefärbten Ringe, die den Schatten umgeben, oder die Farbenspiele der dünnen Platten, selbst die der Seifenblasen, hier näher angeben wollten, die sich durch diese Interferenz des Lichtes auf das schönste und überzeugendste geben lassen. Wir bemerken nur noch, daß sich die ganze Theorie der Interferenz viel besser und genügender durch die oben erwähnte Undulationslehre, als durch das Emanationssystem erklären läßt. Durch die Bewegung der Lichtelemente wird jenes äußerst feine, durchsichtige und elastische Medium, welches wir der Kürze wegen den Aether nennen wollen, in eine wellenartige Bewegung gesetzt. Wenn diese Wellen bis zu unserm Sehorgan vordringen, so wird dasselbe dadurch auf eine ähnliche Weise afficirt, wie unser Ohr durch die Wellen der Luft. Und wie die Differenz der Töne in der größeren oder kleineren Anzahl der Luftschwingungen während einer Secunde besteht, eben so besteht auch die Differenz der Farben in den verschiedenen Geschwindigkeiten, mit welchen die Wellen des Aethers fortgepflanzt werden. Und wie endlich die kreisförmigen Wellen, die sich bei zwei in ein ruhiges Wasser geworfenen Steinen um jeden derselben bilden, wenn sie sich auf der Oberfläche des Wassers begegnen, einander öfter aufheben, und die Ebene des Wasserspiegels nicht stören, und oft wieder, wenn sie sich in correspondirenden Richtungen treffen, sich gegenseitig zu einer doppelten Höhe erheben, so werden auch die Aetherwellen sich bald gegenseitig unterstützen, und das Licht ihrer Durchschnittspunkte erhöhen, bald wieder einander aufheben und alles Licht zerstören, d. h. sich interferiren.

Setzen wir nur noch hinzu, daß diese ganze Theorie der Interferenz nicht bloß ein Aggregat von vagen Hypothesen, sondern daß sie ein Resultat der strengsten Analyse ist, und daher jenes hohen Grades der Wahrheit sich erfreut, die jeder Theorie nur dann zu Theil wird, wenn sie, wie die Astronomie, eine rein mathematische Basis hat, und daß endlich die Resultate dieser Berechnungen bereits durch zahllose Beobachtungen auf das vollkommenste bestätiget worden sind. Obschon es unmöglich ist, von solchen Berechnungen in einem Werke dieser Art eine nähere

Anzeige zu geben, und obschon es uns ohne große Umständlichkeit und selbst vielleicht ohne Unverständlichkeit nicht möglich ist, auch nur die Art anzuzeigen, wie man zu den folgenden Zahlen gekommen ist, von welchen die einen durch ihre Kleinheit, und die andern durch ihre eben so gewaltige Größe an das Wunderbare, beinahe an das Unglaubliche gränzen, so hoffen wir doch, daß unsere Leser bereits so viel Vertrauen zu uns gewonnen haben, die Richtigkeit dieser Zahlen auf Treu und Glauben wenigstens so lange anzunehmen, bis sie sich in den Stand gesetzt haben, die Wahrheit derselben durch eigene Nachrechnung selbst zu prüfen, und wie wir mit Gewißheit hinzusetzen können, sie auch vollkommen bestätiget zu finden.

Wir haben oben gesagt, daß der Durchschnittspunkt zweier Lichtstrahlen mit doppeltem Lichte leuchte, wenn die Differenz der Abstände dieses Punktes von den beiden Oeffnungen im Fensterladen a, 2a, 3a ist, und daß im Gegentheile dieser Durchschnittspunkt ganz finster und schwarz erscheint, wenn jene Differenz $\frac{1}{2}a$, $\frac{3}{2}a$, $\frac{5}{2}a$ ist. Allein wie groß ist denn diese Zahl a selbst?

Sie ist für die farbigen Strahlen, aus denen jeder weiße Sonnenstrahl besteht, verschieden. Drückt man sie in englischen Zollen aus, von welchen jeder $0{,}9383$ Pariser, oder $0{,}9642$ Wiener Zolle enthält, so findet man diesen Werth von a bei den

rothen	Strahlen	gleich	$0{,}000026$	engl.	Zolle,
orangen	„	„	$0{,}000024$	„	„
gelben	„	„	$0{,}000023$	„	„
grünen	„	„	$0{,}000021$	„	„
blauen	„	„	$0{,}000020$	„	„
indigo	„	„	$0{,}000018$	„	„
violetten	„	„	$0{,}000017$	„	„

Diese Größen sind also sämmtlich ungemein klein, und nur durch unsere stärksten Mikroscope noch merkbar. Sie drücken zugleich die Breiten der Aetherwellen aus, welche von den genannten sieben Farben erregt werden.

Dividirt man die Einheit durch diese Zahlen, so erhält man die Anzahl der Wellen, welche in der Breite eines Zolles enthalten sind. Diese Anzahl beträgt daher bei dem

rothen	Lichte	38460	Wellen,
orangen	„	41600	„
gelben	„	44000	„
grünen	„	47500	„
blauen	„	51100	„
indigo	„	54100	„
violetten	„	57500	„

so daß also die von dem rothen Lichte erregten Wellen die breitesten, und die von dem violetten erzeugten die schmalsten unter allen sind.

Noch könnte man fragen, wie viele solcher Wellen bei jeder Farbe in einer bestimmten Zeit entstehen, oder mit welcher Geschwindigkeit sie auf einander folgen. Auch darauf hat die mathematische Analyse bereits geantwortet, aber die hieher gehörenden Zahlen sind so groß, daß wir sie der Kürze wegen in ganzen Billionen angeben wollen. Nach jenen Berechnungen wird also während einer Secunde folgende Anzahl von Wellen erzeugt:

Von dem	rothen	Lichte	478	Billionen
„ „	orangen	„	506	„
„ „	gelben	„	535	„
„ „	grünen	„	577	„
„ „	blauen	„	622	„
„ „	indigo	„	658	„
„ „	violetten	„	700	„

Demnach ist also die Geschwindigkeit der Wellenerzeugung bei den rothen oder den breitesten die kleinste, und bei den violetten oder den schmalsten die größte, wie dieß der Natur der Sache angemessen ist. Zugleich zeigt diese letzte Tafel, daß die Sensibilität unseres Auges in Beziehung auf die Farben in viel engere Gränzen eingeschlossen ist, als die unseres Ohres in Beziehung auf die Töne. Das Verhältniß der beiden äußersten Zahlen der letzten Tafel ist nur 700 zu 478 oder $1{,}_{46}$ zu 1, also noch beträchtlich kleiner, als das einer Octave, während wir doch mit

unserem Gehöre noch mehrere Octaven umfassen. Welche Farben oder welche Empfindungen für höhere Gesichtsorgane mögen jenseits dieser beiden Gränzen liegen?

Wärme.

§. 20. (Wichtigkeit und wohlthätige Folgen der Wärme.) Man sieht schon aus den vorhergehenden kurzen Zusammenstellungen der vorzüglichsten Eigenschaften des Lichtes, wie wichtig die Lehre von den mannigfaltigen Erscheinungen desselben für Jeden seyn muß, der die ihn umgebende Natur von einer ihrer schönsten und interessantesten Seiten näher kennen lernen will. So groß aber auch das Geschenk seyn mag, welches wir dadurch der Sonne, dieser wahren Quelle alles Lichtes verdanken, so scheint doch ihr zweites, mit jenem nahe verwandtes Geschenk, das der Wärme, für uns noch viel größer und wichtiger zu seyn. Aus dieser zweiten Quelle fließt eine unabsehbare Reihe von Wohlthaten, die nicht bloß, wie jene, unser Leben verschönern und unsere Genüsse erhöhen, sondern die unser Daseyn erst möglich machen, da ohne sie die Existenz aller organischen Wesen ganz unmöglich seyn würde. Da es uns aber zu weit von unserem Gegenstande abführen würde, die Eigenschaften der Wärme, auch nur in der Kürze, mit welcher wir jene des Lichtes betrachtet haben, aufzuzählen, so wird eine bloße gedrängte historische Anzeige derselben genügen, diese Wohlthat, welche wir der Sonne verdanken, wenigstens einigermaßen nach ihrem wahren Werthe zu erkennen. Bei dieser Darstellung glaubten wir besonders der schönen Einleitung folgen zu müssen, die Lardner seinem vortrefflichen Treatise on Heat, London 1833, gegeben hat.

Die meisten organischen Wesen können, wenigstens einige Zeit durch, auch ohne Licht leben. Unzählige Operationen der Natur gehen eben so gut und thätig in dem Lichte, als in der Abwesenheit desselben vor sich. Der Mangel desselben, wo er z. B. bei der Blindheit der Thiere als Krankheit eintritt, hindert die andern Functionen ihres Körpers keineswegs an ihrer Thätigkeit, und selbst die geistige Kraft des Menschen wird dadurch zuweilen sogar erhöht, wie wir bereits mehrere glänzende Beispiele von blinden Dichtern, wie Homer und Milton, und selbst von blinden

Mathematikern, wie Saunderson und Euler, anführen könnten, bei welchen der Verlust ihres Augenlichtes den Verstand und die Einbildungskraft noch zu schärfen schien. Das Licht ist demnach gleichsam nur ein Gegenstand des Luxus der Natur, und wenigstens für viele Dinge und auf längere Zeit entbehrlich. Daher spendet es auch die Natur nicht mit jener unbegränzten Freigebigkeit aus, sondern sie beobachtet dabei jene zurückhaltende Oeconomie, die sie sich bei allen den Gaben vorzuschreiben pflegt, die bloß das Vergnügen ihrer Geschöpfe, nicht aber die unentbehrlichen Bedürfnisse derselben zum Zwecke haben.

Die Wärme aber hat sie überall und für alle mit der freigebigsten Hand ausgetheilt. Dieses Geschenk findet sich zu allen Zeiten und an allen Orten. Jeder Körper, selbst der unorganische, selbst der luftförmige enthält sie in reichlichem Maaße. Die todte Masse des Wassers, der Erde, der Steine, und was wir sehen, was wir nur durch irgend einen unserer Sinne erkennen, ist damit angefüllt. Dem Einflusse der Wärme ist jene endlose Verschiedenheit der Gestalten zuzuschreiben, die über die Erde verbreitet sind. Unser Festland, unsere Meere und Flüsse, unsere Atmosphäre selbst könnten nicht einen Augenblick so bleiben, wie sie sind, wenn ihnen die Wärme entzogen würde, und alles würde, ohne sie, in eine rohe, starre, formlose Masse zusammen fallen. Die Luft, die uns umgibt, müßte, sobald ihr die Wärme entzogen würde, in eine dicke, harte Rinde zusammen schrumpfen, welche die Erde rings umschließen, und alle ihre Geschöpfe in ein einziges, großes, undurchdringliches Grab stürzen würde. Die Wärme ist die Mutter und die Amme aller organischen Wesen, und selbst die unorganischen entspringen nur aus ihrem Schooße. Jeder Körper der Natur, wie grob seine Masse, oder wie fein auch sein Gewebe seyn mag, verdankt seine Entstehung und seine Erhaltung nur der Wärme. Nehmt die Wärme weg aus der Natur, und sofort verschwindet auch alle Bewegung, alle Formgebung und alles Leben aus derselben, und das alte Chaos tritt wieder in seine Rechte ein.

§. 21. (Wärme, in Beziehung auf Kunst und Wissenschaft.) Auch unsere Künste und Manufacturen können sie so wenig, als die Natur selbst, entbehren. Welche Veränderungen wir auch mit

den Körpern, wie sie uns die Natur gegeben hat, vornehmen mögen, sie bestehen alle nur in der Trennung oder Zusammenfügung ihrer Theile, und in einer unseren Zwecken gemäßen Verwandlung ihrer Gestalt. Wir schmelzen sie, um ihnen eine andere Gestalt zu geben, wir trennen die zusammengesetzten, um ihre uns nutzlosen oder schädlichen Theile zu entfernen, und wir verbinden die getrennten wieder, um sie auch dadurch unsern Absichten dienstbar zu machen. In allen diesen Operationen ist die Wärme das wichtigste, oft das einzige Instrument. Auf ihren Wink erweichen die härtesten Körper, das Gold wird Wachs, das Eisen Wasser, und die ganze Natur wird verändert, um unseren Bedürfnissen, um unserem Vergnügen, oft selbst um unseren Einfällen zu gehorchen.

Aber nicht bloß in unseren technischen, auch in unseren wissenschaftlichen Arbeiten spielt dieses Agens eine große, wichtige Rolle. Wer in einer hellen Nacht den gestirnten Himmel betrachtet, glaubt schon alles gesehen zu haben, wenn er die Größe und die gegenseitige Lage dieser Gestirne kennen gelernt hat. Der Astronom aber weiß, daß er diesen Himmel keineswegs so sieht, wie er in der That ist, daß er ihn vielmehr durch eine große täuschende Linse, durch eine Kugelschaale von Luft sieht, die alle Gegenstände gleich einem Hohlspiegel verzerrt, und keinen derselben an seinem wahren Orte erscheinen läßt. Er weiß, daß diese optischen Täuschungen mit der Entfernung der Gestirne von dem Horizonte, daß sie von Nacht zu Nacht, ja von Stunde zu Stunde wechseln, und daß dieser Wechsel bloß von der ebenfalls wechselnden Wärme der Atmosphäre kömmt. Selbst das Instrument, mit welchem er diese Veränderungen beobachtet, ist wieder ähnlichen Aenderungen unterworfen, und wie die Temperatur seiner Umgegend anders wird, ziehen sich auch seine Theile zusammen oder auseinander. Ein einziger Sonnenstrahl, der auf sein Instrument fällt, ein einziger Hauch von einem kühlen Zugwinde, ja die den Beobachter selbst umgebende Atmosphäre seines eigenen Körpers ist schon im Stande, den metallenen Bogen seines Kreises zu verziehen und Aenderungen hervorzubringen, die man lange genug an dem Himmel gesucht hat, während sie ihre wahre Ursache in dem Instrumente oder in dem Beobachter selbst hatten.

Unsere solidesten Gebäude aus den alten Zeiten, die sprüchwörtlich als Symbole, als Beispiele einer unwandelbaren Festigkeit gelten, werden täglich, ja stündlich von der Wärme in immerwährende Bewegung gesetzt. Seit den Versuchen, die man mit den höchst empfindlichen Libellen Reichenbachs an der Sternwarte Brera zu Mailand angestellt hat, ist es bekannt, daß jeder Thurm und jedes Haus, wenn es auf seiner Ost- oder Westseite von der Sonne beschienen wird, gleich einem Pendel hin und wieder geht, ohne auch nur zwei Augenblicke dieselbe Lage beizubehalten.

Aber welche noch viel größere Rolle ist dieser unsichtbaren Macht in unserer Chemie angewiesen worden. Unauflöslich scheinende Körper trennt sie in ihre Elemente; die heterogensten Massen schmilzt sie zu einem gemeinsamen, einförmigen Körper; sie weckt seit Jahrtausenden schlafende Affinitäten aus ihrem Schlummer zu neuer Thätigkeit, und sie zerreißt selbst die Bande der chemischen Attraction, die jeder andern uns bekannten Kraft spottend widerstehen. Durch Bindung und Freiwerden der Wärme entstehen alle unsere Compositionen und Decompositionen der natürlichen Körper, und diese zwei Prozesse sind es, durch die wir mit der einen Hand fürchterliche Detonationen mit einer alles schnell verzehrenden Hitze, und mit der andern eine Kälte erzeugen können, gegen welche die unserer Pole noch Wärme heißen kann.

§. 22. (Wärme in Beziehung auf das gemeine Leben.) Aber wozu erst Sternwarten oder Laboratorien aufsuchen, um Beispiele für die Thätigkeit einer Kraft zu finden, die uns überall und zu allen Seiten in der Nähe umgibt. Im Schlafe und im Wachen, zu Hause oder auf dem Felde, bei Tag und Nacht, in der heißen und in der kalten Zone — überall ist sie, überall wirkt sie und überall sind wir ihre Sklaven zugleich und ihre Meister.

Wir sind ihre Sklaven. — Denn ohne sie vermögen wir nicht einen Augenblick zu leben, und ohne ein genau bestimmtes Maaß derselben können wir dieses Leben eben so wenig in Frieden genießen. Sie herrscht gebieterisch über unsere Freuden und über unsere Leiden. Sie legt uns auf das Siechenbette hin, und hilft uns wieder von demselben auf. Sie ist unsere Krankheit und

unser Arzt zugleich. In der brennenden Hitze des Sommers lechzen wir unter ihrem Drucke, und in der starren Kälte des Winters schauern wir ob ihrem Mangel. Wenn sie sich in unserem eigenen Körper anhäuft, so vertrocknet unsere Zunge, und wir brennen im Fieber, — und wenn sie uns zu schnell verläßt, so ächzen wir unter Erkühlungen und Rheumatismen und allen den zahllosen Leiden, die mit dem Gefolge dieser beiden Anführer aufzutreten pflegen.

Wir sind aber auch ihre Meister. — Denn wir zwingen sie, unserem Willen zu gehorchen und unsere Zwecke zu befördern. Mitten unter den Schnee- und Eis-Bergen der Pole muß sie mit uns in unserer Stube wohnen, und selbst außer derselben darf sie, in undurchdringliche Kleider eingeschlossen, unsere Körper nicht verlassen. Und dieselben Kleider brauchen wir auch in der heißen Zone, um ihren Andrang von uns abzuhalten. Wir entfernen sie aus dem Wasser, um uns während der heißen Jahreszeit mit Eis zu kühlen; und wir bringen sie wieder in größerem Maaße in das Wasser zurück, um im Winter (durch in Röhren geleitetes heißes Wasser) unsere Wohnungen zu erwärmen. Auf unseren Reisen zur See ist sie es, die unserem Schiffe (dem Dampfschiffe) Flügel gibt, und dadurch den Winden und den Wogen trotzt. Auf unseren Landfahrten aber spannen wir sie statt der Pferde vor unsere (Dampf-) Wägen, und eilen damit dem schnellsten Vogel und selbst den Furien der Stürme vor *).

---

*) Zur Vergleichung verschiedener Geschwindigkeiten mögen folgende Angaben der in einer Stunde zurückgelegten Wege, in deutschen Meilen ausgedrückt, dienen.

Schnellsegelnde Schiffe	4,0	Meilen.
Die schnellsten Brieftauben	5,7	„
Heftige Stürme	7,0	„
Schnelle Dampfwagen	8,0	„
Der Schall	163	„
Aequator der Erde in seiner täglichen Bewegung	227	„
Mittelpunkt der Erde in seiner jährlichen Bewegung	14,800	„
Das Licht	151,000,000	„

Wenn wir schlafen, so ist unser Zimmer und unser Bette mit den Mitteln versehen, die Wärme in ihrem gehörigen Zustande zu erhalten. Wenn wir zu Tische sitzen, so ist wieder sie es, die unseren Speisen ihre Genießbarkeit, ihren Nutzen und ihre Würze gibt. Sie bereitet unsere Gerichte in der Küche, wie sie die Früchte in unseren Gärten kocht und zur Reife bringt. Die angenehmen Säfte, die das Blatt des Theebaums, oder die Beere der Kaffeestaude, oder die Cacaobohne in sich schließt, würden uns immer verborgen geblieben seyn, wenn sie uns die Wärme nicht aufgeschlossen hätte, und selbst die Bereitung aller anderen künstlichen Getränke, die uns erquicken und erwärmen, und die unsere durch Arbeit und Anstrengung ermatteten Glieder stärken, würden uns noch ein Geheimniß seyn, wenn wir, gleich dem blödsinnigen Feuerländer, mit der Erhaltung und Anwendung der Wärme auf die Körper der Natur noch unbekannt wären.

§. 23. (Verbindung des Lichts mit der Wärme.) Selbst das Licht, jene an sich so köstliche Gabe des Himmels, wie oft würden wir uns vergebens darnach sehnen, wenn dieselbe allgütige Hand, die uns dasselbe gegeben, jenes andere noch köstlichere Geschenk zurückgehalten hätte. Wenn die Sonne ihr Antlitz von uns wendet, und die Erde in Finsterniß einhüllt, wenn sie, wie in den Polargegenden, sechs volle Monate nicht wiederkehrt — woher sollen wir dann Licht nehmen? — Dann ist es die Wärme, die unsere Luft in Flammen setzt *); dann zünden wir, mit ihrer Hülfe, unsere Kerzen, unsere Lampen an, und schaffen uns künstliche Tage mitten in der tiefsten Nacht; dann lassen wir unsere Sonnen leuchten zu unseren Geschäften, zu unseren geselligen Vergnügungen, und vermehren so die Summe der Genüsse und die Länge unseres Lebens durch nützlich oder angenehm verbrachte Stunden, die wir, ohne jenes Geschenk, in dumpfer Unthätigkeit verloren oder im trägen Schlafe verträumt hätten.

§. 24. (Oberfläche oder Photosphäre der Sonne.) Indem wir nun, nach dieser Digression über die zwei wichtigsten Geschenke,

---

*) Bekanntlich sind unsere Flammen nichts als brennende Luft, als Theile unserer Atmosphäre, die durch die Hitze weißglühend gemacht werden.

welche wir der Sonne verdanken, wieder zu unserm Gegenstande, zu der physischen Beschaffenheit dieses Centralkörpers selbst zurückkehren, müssen wir uns vorerst auf das Wenige beschränken, was wir von der Oberfläche desselben durch Hülfe unserer Fernröhre kennen gelernt haben. Diese Oberfläche scheint ein ungeheueres, den eigentlichen Körper der Sonne umgebendes Lichtmeer zu seyn. Diese Photosphäre der Sonne ist aber, wie die Beobachtungen zeigen, in immerwährender heftiger Bewegung, und in ihr gehen Revolutionen vor, mit welchen die unserer Stürme und Ungewitter nicht weiter verglichen werden können. Man sieht auf diesem Feuermeere öfter sehr große, schwarze Flecken entstehen, und nach wenig Tagen oder Wochen wieder verschwinden, Flecken, die unsere Erde im Durchmesser vier-, fünf- und mehrmal übertreffen. In der Nähe dieser schwarzen Flecken bemerkt man im Gegentheile häufig andere große Stellen der Sonne, die sich durch ihr stärkeres, helleres Licht auszeichnen, und daher Sonnenfackeln genannt werden. Aber auch der übrige Theil der Sonne, der weder Flecken noch Fackeln zeigt, ist beinahe nirgends gleich licht, sondern durchaus mit kleinen Schuppen oder Punkten besäet, die ihren Ort immer ändern, wie man sehen kann, wenn man die Sonne mit sehr guten Fernröhren beobachtet. Dadurch gewinnt die Oberfläche der Sonne das Ansehen des Bodensatzes einer flockigen Substanz, die in einer durchsichtigen Flüssigkeit aufgelöst ist. Das Ganze leitet auf die Vermuthung, daß die Oberfläche dieses Körpers aus einem Lichtmedium besteht, mit welchem eine wohl durchsichtige, aber an sich selbst nicht leuchtende Flüssigkeit vermischt, jedoch nicht völlig durchdrungen ist, wo dann diese Flüssigkeit in dem Lichtmeere schwimmt, wie unsere Wolken in der Luft, oder wo sie dieses Lichtmeer in mächtigen Streifen durchzieht, wie das Nordlicht unsere Atmosphäre.

§. 25. (Ist die Oberfläche der Sonne ein Feuer?) Wenn aber diese Photosphäre der Sonne in der That ein Feuer seyn soll, so ist es gewiß von unserem irdischen Feuer sehr verschieden. Wie ließe sich sonst das Eis auf den höchsten Gipfeln unserer Berge, selbst in den Tropenländern, erklären? Oder wie sollte unser Feuer, auch in noch so großen Massen angehäuft, in einer

Entfernung von mehr als zwanzig Millionen Meilen noch Kraft genug besitzen, die Haut des Negers schwarz zu färben, und den Saft des Zuckerrohrs zu sieden? — Es ist sehr wahrscheinlich, daß Licht und Wärme, wenn wir sie gleich sehr oft beisammen finden, doch wesentlich zwei sehr verschiedene Dinge sind. Auch ist es bekannt, daß alle Körper unserer Erde eine eigenthümliche Wärme enthalten, die durch verschiedene Mittel aus ihnen hervorgezogen oder entbunden werden kann. Ein solches ist z. B. die Reibung. Wir erwärmen unsere Hände, wenn wir sie gegen einander reiben, und mehrere wilde Völkerschaften verschaffen sich ihr Feuer bloß durch die Reibung zweier trockenen Holzstücke. Seile und Schnüre an unseren Maschinen entzünden sich zuweilen durch heftige Reibung, so wie die Achsen unserer Räder durch schnelles Fahren. Unsere Bohrer, besonders die zum Durchlöchern der Steine und Metalle bestimmten, werden durch anhaltende Reibung oft bis zum Glühen heiß, und müssen darum durch stets zufließendes Wasser immerwährend abgekühlt werden.

Hieher gehört auch zum Theil das Erhitzen der Körper durch schnell wiederholte, starke Schläge. Ein Stück Metall wird, wenn es auf den Amboß gelegt und eine Zeit durch kalt geschmiedet wird, sehr oft bis zum Glühen erhitzt. Unser gewöhnliches Feueranschlagen durch Stahl und Stein ist eine ähnliche Erwärmung durch Reibung, die durch das Zusammenschlagen beider Körper verursacht wird, wo dann kleine Stückchen Stahl durch den Stein abgeschlagen und in der Luft geschmolzen werden. Ein anderes Mittel, die Körper zu erwärmen, oder eigentlich die in ihnen latente Wärme zu entwickeln, ist das Zusammenpressen derselben in einen kleineren Raum. Unsere Luftfeuerzeuge, die Mollet erfunden hat, geben davon ein allgemein bekanntes Beispiel. Wenn der Stempel in den Röhrchen dieser Maschinen die unter ihm befindliche atmosphärische Luft, durch das Herabdrücken desselben, auf einen zwölfmal kleinern Raum verdichtet, so entsteht dadurch schon eine Wärme von 123 Grad R., die hinlänglich ist, Zunder in Brand zu setzen, und selbst leichtflüssige Metallgemische zu schmelzen.

Eben so kann man durch chemische Einwirkung der Körper auf einander oft eine sehr große Hitze erzeugen. Wasser auf

ungelöschten Kalk gegossen, erhitzt sich bis zum Kochen. Vitriolöhl oder Scheidewasser auf Eisenfeile gegossen, und noch mehr eine Mischung von Terpentinöhl mit Scheidewasser, worauf Vitriolöhl gegossen wird, gibt eine sehr hohe Temperatur, und selbst eine sehr heftige Flamme, die schon manchem unvorsichtigen Experimentator gefährlich geworden ist.

Aber das stärkste bekannte Entbindungsmittel der Wärme ist immer das Sonnenlicht, besonders wenn es senkrecht auf die Oberfläche der Körper wirkt, und die letzten demselben eine längere Zeit durch ausgesetzt bleiben. In den Tropenländern ist es so heiß, weil die Sonne zur Zeit des Mittags immer nahe in dem Zenithe dieser Länder steht, so wie es selbst näher bei den Polen wenigstens einige Wochen durch öft noch heißer ist, weil dann die Tage für diese Gegenden so lang sind. Wenn die Strahlen der Sonne in unsern Brenngläsern oder in Hohlspiegeln gesammelt werden, so erzeugen sie eine so große Hitze, daß die diesen Strahlen ausgesetzten Körper oft schon in wenig Augenblicken verbrennen oder sich verglasen, obschon sie sonst, wie z. B. unser Diamant, dem größten gewöhnlichen Feuer unbeschadet ausgesetzt werden können.

Es ist sehr möglich, daß die Strahlen der Sonne an sich selbst ganz kalt sind, daß sie aber die Eigenschaft haben, den Wärmestoff aus den Körpern in hohem Grade zu entwickeln, was vielleicht durch die große Geschwindigkeit bewirkt wird, mit welcher diese Strahlen an die Elemente der Körper stoßen, und dadurch entweder diese Elemente augenblicklich in einen kleineren Raum zusammendrücken, oder doch eine heftige Reibung an denselben verursachen. So kann es seyn, daß der entfernteste unserer Planeten, daß Uranus sich noch einer sehr hohen Temperatur erfreut, wenn die Körper seiner Oberfläche die Eigenschaft haben, die ihnen inwohnende Wärme schon durch wenige Sonnenstrahlen frei zu machen. Auch ist es nicht unwahrscheinlich, daß wir die Wirkungen des Lichts auf die Körper besser kennen lernen werden, wenn wir unsere Aufmerksamkeit nicht immer bloß auf die Attraction, sondern auch auf die chemischen Verwandtschaften der Körper zu dem Lichte anhaltend richten werden.

§. 26. (Temperatur auf der Oberfläche der Sonne.) Indeß scheinen doch mehrere Gründe dafür zu sprechen, daß die Temperatur auf der Oberfläche der Sonne selbst ungemein groß seyn müsse.

I. Das Licht sowohl als die radiirende Wärme nimmt, unseren Beobachtungen zufolge, in demselben Maaße ab, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt, so daß es z. B. in der Entfernung von 2, 3, 4.. Meilen nur mehr $^1/_4$, $^1/_9$, $^1/_{16}$.. von dem ist, was es in der Entfernung von einer Meile beträgt. Wenn nun die durch die Sonnenstrahlen auf unserer Erde erregte Hitze so bedeutend ist, wie stark muß sie auf der Oberfläche der Sonne selbst auf für sie gleich empfängliche Körper wirken. Man kann durch Rechnung zeigen, daß die Hitze, welche die Sonne z. B. auf eine Quadratmeile ihrer eigenen Oberfläche ausübt, über 300,000 mal größer ist, als diejenige, welche sie auf eine eben so große Stelle der Oberfläche unserer Erde äußert. Unsere Brenngläser sind weit entfernt, eine so große Hitze zu erzeugen, oder die Strahlen der Sonne 300,000 mal zu verdichten, und doch kann man in den Brennpunkten dieser Gläser Gold, Platina und selbst Diamanten schmelzen und zerstören.

II. Unsere künstlichen oder irdischen Feuer senden bekanntlich ihre Strahlen desto leichter durch das Glas, je größer, je intensiver diese Feuer sind. Ein zweimal so starkes Feuer schickt auch zweimal so viele Strahlen durch dasselbe Glas. Nun gehen aber die Strahlen der Sonne mit einer ganz besondern Leichtigkeit durch das Glas. Mit dem sogenannten Actinometer, einem unserer verlässigsten physischen Instrumente, fand der jüngere Herschel, daß von je 1000 Wärmestrahlen der Sonne 816 durch eine Glasplatte von $1\,^1/_2$ Linie Dicke gehen, und daß von 1000 bereits durch eine solche Platte gegangenen Strahlen wieder 860 noch stark genug sind, durch eine zweite, eben so dicke Glasplatte zu gehen. Unsere irdischen Feuer sind sämmtlich weit entfernt, solche Leichtigkeit des Durchgangs zu zeigen, sie stehen daher auch wahrscheinlich dem Feuer der Sonne an Intensität eben so weit nach.

III. Wenn man eine Lichtkerze, eine brennende Fackel, ja selbst das lebhafteste irdische Feuer zwischen das Auge und die Sonne hält, so verschwinden sie gleichsam für unsern Blick, weil

sie von dem viel intensiveren Sonnenlichte absorbirt werden. Das Licht des sogenannten indischen Weißfeuers oder das des ungelöschten Kalkes blendet unsere Augen und gehört zu dem lebhaftesten Feuer, das wir hervorbringen können, und doch bemerken wir es kaum auf dem noch viel hellern Hintergrunde der Sonne.

§. 27. (Resultate der vorhergehenden Betrachtungen.) Es ist also möglich, daß der eigentliche Sonnenkörper, so dunkel er auch in den oben erwähnten schwarzen Flecken aussehen mag, in einem Zustande der heftigsten Conflagration sich befindet, doch sind dieß nur Vermuthungen, und es ist ganz eben so möglich, daß die Sonnenstrahlen ganz und gar keine eigene Wärme haben, sondern nur die in andern Körpern gebundene Wärme entwickeln, oder auch, daß der eigentliche Kern der Sonne zunächst an seiner Oberfläche mit einer das Licht vollkommen reflectirenden Decke überzogen sey, wodurch er denn von der Irradiation des obern Lichtmeeres völlig geschützt werden, und in dem Zustande einer sehr niedern Temperatur sich befinden könnte. Wenn die Dichtigkeit der Sonnenmasse mit ihrer Entfernung von dem Mittelpunkte sehr schnell abnimmt, oder wenn dieß auch nur von ihrer Atmosphäre statt hat, so würde ebenfalls keine oder doch nur wenig Hitze abwärts geleitet werden. Vielleicht ist jene graue Wolkenschichte, mit welcher die schwarzen Flecken der Sonne immer umgeben sind, eine solche vollkommen spiegelnde Fläche. Wenn aber auf der Oberfläche dieser Himmelskörper in der That immer so viel Hitze durch Radiation ausgeschieden wird, so würde dadurch allein schon der Zustand der heftigen Agitation zu erklären seyn, welche die Oberfläche der Sonne immerwährend, wie ein vom Sturme gepeitschtes Meer, bewegen, ohne daß man deßwegen, wie andere gethan haben, zu chemischen Kräften seine Zuflucht zu nehmen braucht.

§. 28. (Erhaltung dieses Zustandes der Sonne.) Wodurch erhält sich aber diese immerwährende Verbrennung, wenn sie anders in der That statt hat, auf der Oberfläche der Sonne? — Wir wissen es nicht und es ist hier, wie in so vielen andern Fällen, am besten, seine Unkenntniß der Sache offen zu gestehen. Wird diese nie aufhörende Entwicklung von Licht und Wärme durch eine stetige Reibung oder durch immerdauernde electrische

Entladungen bewirkt? Wie man immer diese Erscheinungen zu erklären versucht, so sollte man doch die etwas zu krasse Vorstellung eines eigentlichen ponderablen Futters zu vermeiden suchen, da wir selbst auf der Erde viele Feuer ohne diese Nahrung kennen. Unser Küchenfeuer mag immerhin ausgehen, wenn nicht immer frisches Holz zugelegt wird. Auf eine ähnliche Art läßt Newton der Sonne durch die in sie stürzenden Kometen von Zeit zu Zeit neue Nahrung zuführen. Allein wie viele Mittel mag die Natur besitzen, Licht und Wärme auch ohne solche äußere Hülfe zu entwickeln und selbst sehr lange zu erhalten. Es ist bekannt, daß die Electricität, wenn sie eine sehr verdünnte Luft durchzieht, Licht, also wohl auch Wärme gibt. Warum sollte nicht ein solcher electrischer Strom auch die Sonne umgeben? Warum sollte unser Nordlicht nicht vielleicht etwas Aehnliches für unsere Erde seyn können?

§. 29. (Abnahme des Sonnendurchmessers.) Wer bürgt uns übrigens dafür, daß die Größe der Sonne durch ihr immerwährendes Ausscheiden der Lichtmaterie in der That in steter Abnahme begriffen ist? Wir haben diese Abnahme noch nicht beobachtet, allein wie lange ist es denn, daß wir den Durchmesser der Sonne so genau kennen? — Seit der Erfindung der Fernröhre, oder eigentlich, seit der Anbringung der Mikrometer an diese Fernröhre, d. h. seit dem Jahre 1640, von welcher Epoche sich unsere bessern Beobachtungen datiren. Ja selbst jetzt noch kennen wir diesen Durchmesser der Sonne nicht bis auf eine Secunde, d. h. wir sind in dem wahren Werthe desselben wenigstens noch auf 100 deutsche Meilen ungewiß. Wenn daher der wahre Durchmesser seit den letzten zwei Jahrhunderten auch um 2,280,000 Fuß abgenommen hätte, so würden wir jetzt den scheinbaren Durchmesser nur um eine Secunde, d. h. um eine Größe kleiner sehen, über die unsere besten Beobachter noch ganz in Zweifel sind. Ja wenn der wahre Durchmesser der Sonne selbst täglich um einen Fuß kleiner würde, so würde dieß in dem scheinbaren Dnrchmesser erst nach 12,000 Jahren eine Verminderung von zwei Secunden erzeugen. Demungeachtet kann man nicht läugnen, daß diese Abnahme, so klein sie auch an sich selbst seyn mag, in der Folge von vielen Jahrtausenden endlich beträchtlich werden muß, selbst

wenn man annimmt, daß die einzelnen Elemente eines jeden Sonnenstrahls vielleicht durch tausende von Meilen von einander getrennt seyn mögen. Das Sonnenlicht ist über 300,000 mal stärker, als das des Vollmonds, und nahe 800 Millionenmal so stark, als das des Sirius. Auch scheidet die mit ihrem Lichte wenigstens scheinbar sehr verschwenderische Sonne viel mehr Licht aus, als zur bloßen Beleuchtung und Erwärmung der Planeten nöthig ist, so daß man versucht wird, zu glauben, daß diese Erleuchtung wenigstens nicht der einzige Zweck dieses Lichtes seyn kann, ebenso wie die Erleuchtung der Erde zur Nachtzeit gewiß nicht der Zweck des Mondes ist, was wir an einem andern Orte gezeigt haben. Auf der Peripherie der Erdbahn würden über 70,000 Erden, jede der unseren an Größe gleich, Raum haben, und alle von der Sonne gleich stark erleuchtet und erwärmt werden können, während diese Wohlthat jetzt nur dieser einzigen Erde zu gut kömmt. Allein selbst bei dieser anscheinenden Verschwendung, die ohne Zweifel nur in unserer Unkenntniß des Gegenstandes gegründet ist, wird es der Natur nicht an Wegen fehlen, auf welchen sie diesen Verlust des Lichtes, wenn es überhaupt noch ein Verlust ist, wieder ersetzen kann: das Zurückwerfen des erhaltenen Sonnenlichts von den Planeten, das eigene Licht der unzähligen Fixsterne, die Annäherung der Kometen, von denen viele nur aus Lichtstoff gewebt zu seyn scheinen u. dgl., so daß unter allen diesen Körpern des Himmels nicht sowohl der Gewinn und Verlust des Einzelnen, als vielmehr nur der gegenseitige Austausch des Lichtes in Betrachtung kommen soll. Endlich, wenn das Licht nicht in der Emanation eines eigentlichen Körpers, sondern nur in der Vibration eines die Sonne umgebenden Mediums bestehen sollte, so fällt ohnedieß jede Abnahme der Sonne durch Ausscheidung ihrer Lichtmasse von selbst weg.

§. 30. (Beschreibung der Sonnenflecken.) Nach diesen allgemeinen Betrachtungen wollen wir nun zu einer nähern Beschreibung der bereits oben erwähnten Sonnenflecken übergehen.

Wenn man die Oberfläche der Sonne durch ein Fernrohr betrachtet, das zur Schützung des Auges mit einem gefärbten Planglase versehen ist, so bemerkt man auf ihr häufig größere oder kleinere, meistens sehr unregelmäßige dunkelschwarze Flecken,

mit einem aschfarbenen, gewöhnlich überall gleich breiten Rand eingefaßt. Diese Flecken verändern meistens ihre Gestalt und selbst zuweilen ihren Ort auf der Sonne. Wenn man sie von Stunde zu Stunde verfolgt, so sieht man sie an Umfang wachsen oder kleiner werden, verschiedene Gestalten annehmen, aus einander brechen und gleichsam zerreißen und wieder zusammen fließen und oft selbst gänzlich verschwinden. In dem letzten Falle, wenn der Flecken sich unserm Auge ganz entzieht, wird immer zuerst der schwarze Centralpunkt allmählig kleiner und verschwindet lange vor dem aschgrauen Rande. Der ganze Anblick dieser Erscheinung scheint auf einen flüssigen Zustand der Oberfläche der Sonne und auf sehr heftige Bewegungen zu deuten, die auf ihr vorgehen.

Diejenigen unter ihnen, welche längere Zeit ohne beträchtliche Veränderungen ihrer Form dauern, — und man sieht zuweilen solche, die man nach vier und sechs Wochen wieder deutlich als dieselben erkennen kann, — zeigen im Allgemeinen folgende Erscheinungen. Man sieht die eigentlichen schwarzen Flecken in einer meistens länglichen Gestalt an den linken oder östlichen Rand der Sonne eintreten und sich von da langsam gegen den westlichen Rand bewegen, den sie gewöhnlich am dreizehnten Tage nach ihrer ersten Erscheinung erreichen, und dann eben so lange unsichtbar werden, bis sie am Ende dieser Periode wieder an der frühern Stelle des östlichen Randes hervortreten. Je näher sie dem Mittelpunkte der Sonne kommen, desto breiter scheinen sie zu werden, während sie an den beiden Rändern der Sonne sehr schmal sind.

§. 31. (Was diese Sonnenflecken seyn mögen?) Da sie sich alle mit nahe derselben Geschwindigkeit von Ost gen West auf der Sonnenscheibe bewegen, so können sie nicht solche Körper seyn, wie unsere Wolken, die von den Winden nach allen Seiten und mit verschiedener Geschwindigkeit bewegt werden. Sie können auch keine eigenen Himmelskörper seyn, die die Sonne umkreisen, wie etwa der Mond die Erde, weil sie am Rande der Sonne immer schmäler, als in dem Mittelpunkte derselben erscheinen. Sie müssen also der Oberfläche der Sonne selbst angehören und in derselben sich aufhalten und die bemerkte Bewegung derselben von Ost gen West kann nur von einer Bewegung der Sonne

selbst kommen, die auf der uns abgewendeten Seite von West gen Ost vor sich geht und die daher diese Körper auf ihrem Wege um den Mittelpunkt der Sonne mit sich führt.

§. 32. (Größe der Sonnenflecken.) Diese Flecken sind zuweilen ungemein groß. Es ist schon oben gesagt worden, daß auf der Oberfläche der Sonne eine gerade auf unsern Gesichtsstrahl senkrechte Linie von hundert deutschen Meilen in der Länge, uns unter dem Winkel von einer Secunde erscheint. Ein Kreis von diesem Durchmesser auf der Oberfläche der Sonne würde also 31,410 deutsche Quadratmeilen enthalten. Tobias Mayer sah am 15. März 1758 einen solchen Flecken, der nach seinen Beobachtungen den zwanzigsten Theil des Sonnendurchmessers, also 90 Secunden betrug. Der wahre Durchmesser desselben hatte also 9000 deutsche Meilen, war demnach fünfmal größer als der Durchmesser unserer Erde. Der ältere Herschel sah im Jahre 1779 einen schon mit bloßen Augen bemerkbaren Flecken, von dem das größere Stück, denn er bestand aus mehreren hart an einander liegenden Theilen, 70 Secunden, und das Ganze 270 Secunden im Durchmesser betrug. Der wahre Durchmesser dieses Fleckens hatte also 27,000 deutsche Meilen, oder er war 15 mal größer, als der Durchmesser der Erde, und seine Oberfläche betrug über 730 Millionen Quadratmeilen. Wenn ein solcher Flecken in der Zeit von drei Wochen verschwinden soll, so müssen die Ränder desselben täglich einen Weg von 1400, und in jeder Stunde einen Weg von 58 Meilen zurücklegen, also die Geschwindigkeit unserer heftigsten Stürme mehr als achtmal übertreffen. Man sieht schon daraus, welche Revolutionen auf der Oberfläche der Sonne vorgehen mögen. Es scheint aber, daß diese Flecken zuweilen noch viel größer sind, als die erwähnten. So erzählt Albufaradge in s. Historia Dynast., daß i. J. 535 das Licht der Sonne durch 14 Tage verdunkelt war, und daß i. J. 626 die Hälfte der Sonnenscheibe durch längere Zeit ganz schwarz erschien.

Bemerken wir noch, daß man die oben erwähnten Fackeln, oder die hellstreifigen Stellen der Sonne immer nur in der Nähe der Flecken sieht, und daß oft mitten aus diesen Fackeln sehr dunkle Flecken hervorbrechen, so wie im Gegentheile wieder an

denselben Stellen, auf welchen frühere Flecken verschwunden sind, häufig Fackeln zu erscheinen pflegen.

§. 33. (Hypothesen über die Sonnenflecken.) Allein was sind diese Flecken? — Die Meinungen der Astronomen waren lange darüber getheilt. Zuerst glaubte man, daß es opake Auswürfe, gleichsam Schlacke oder Sonnenvulkane wären. Andere, wie Scheiner, hielten sie für dunkle Planeten oder Satelliten der Sonne, die sich, so wie Merkur und Venus, nur in geringeren Entfernungen um die Sonne bewegen. Man wollte daher diesen Planeten auch besondere Namen geben. So nannte sie der Astronom Tarde die lunas Borbonicas, und Maupertuis die sidera austriaca, weil sie Scheiner, ein österreichischer Jesuit, entdeckt haben sollte. Galilei, dem vorzüglich ihre Veränderlichkeit auffiel, hielt sie für Wolken, die in der Sonnenatmosphäre schwimmen. Andere endlich waren der Ansicht, daß das die Sonne bedeckende Lichtmeer einer Art von Ebbe und Fluth unterworfen sey, durch welche zuweilen die unteren Gegenden, Theile jenes Meeresbodens, oder auch früher bedeckte Berge, bloß gelegt werden. Man sieht, daß diese Meinungen keiner umständlichen Widerlegung bedürfen.

Die letzte Ansicht besonders schien demungeachtet selbst Lalande sehr annehmbar, obschon er einige Modificationen an dieselbe angebracht hatte. Er hält diese Flecken für Bergspitzen, die über die Lichtsphäre der Sonne sich zu erheben scheinen, wenn die letzte sich zuweilen gegen den Mittelpunkt herabzieht. Die oben erwähnte graue Einfassung erklärt er dadurch, daß dieses Lichtmeer, wo es den Berg berührt, in größeren Entfernungen von dem Gipfel, allmählig tiefer wird, und immer weniger von dem an sich dunkeln Berge durchschimmern läßt. Allein dagegen spricht die ganz gleichförmige Schattirung des oft sehr breiten Randes, die doch, wenn jene Erklärung richtig wäre, nur allmählig lichter werden müßte, so wie auch die scharfe Begränzung der beiden Seiten dieser Ränder.

Der ältere Herschel suchte diese Erscheinungen durch eine dreifache Kugelschale zu erklären, die den ebenfalls kugelförmigen, aber an sich dunklen Körper der Sonne umgeben soll. Nach seiner Darstellung (Philos. Transact. 1801) besteht die erste oder äußerste sphärische Umgebung der Sonne aus einem Lichtmeer

(Photosphäre), welche durch eine zweite, unter ihr liegende, äußerst elastische und transparente Umgebung immer in einer großen Höhe über der Sonne erhalten wird. Unter dieser zweiten liegt endlich eine wolkenartige, dunkle Schichte. Durch die Revolutionen, welche auf der obersten Lichtsphäre vor sich gehen, und die sich auch den beiden andern, tiefer liegenden Einhüllungen der Sonne mittheilen, durch die heftigen Schwankungen, denen dieses Lichtmeer ausgesetzt ist, trennt es sich zuweilen an einzelnen Stellen, wo es gleichsam Risse bekömmt. Durch die Höhlen, die auf diese Weise in der höchsten Sonnenschichte entstehen, und um welche sich die Lichtmaterie dieser Schichte gleichsam in Wänden aufthürmt, durch diese Höhlen dringen nun die Strahlen der leuchtenden Wände, erhellen dadurch, nachdem sie durch die transparente zweite Hülle ungehindert durchgedrungen sind, die unterste, dunkle Wolkenschichte, und bilden auf diese Weise jenen aschgrauen Rand. Da diese Spalten oder Risse, wie gesagt, meistens allen drei Umgebungen der Sonne gemeinschaftlich sind, so wird dadurch auch der unterste Körper, der eigentliche Kern der Sonne, unsern Augen bloßgelegt, aber dieser kann von den erwähnten lichten Wänden der obersten Lichtsphäre nicht mehr beleuchtet werden, weil er von den ihm zunächst liegenden Wolken der dritten oder untersten, dunklen Schichte beschattet wird, wodurch also die eigentliche schwarze Stelle des Fleckens erzeugt wird. — Diese Erklärung thut den Erscheinungen, so weit wir sie kennen, allerdings genug, und sie wird daher auch als die beste und sinnreichste von allen, die man bisher aufgestellt hat, angesehen.

§. 34. (Entdeckung der Sonnenflecken.) Die Ehre der ersten Entdeckung der Sonnenflecken, die bald nach der Erfindung der Fernröhre statt hatte, scheint dem Engländer Harriot zu gehören. Baron Zach sah in den hinterlassenen Papieren dieses Astronomen Beobachtungen von Sonnenflecken, die mit dem 8. Dezember 1610 anfingen. (Berl. Ephem 1788 p. 154). Allein diese Beobachtungen blieben, wenigstens auf dem Festlande Europas, sehr lange unbekannt. Der berühmte Arzt Averroes von Cordova, der im zwölften Jahrhunderte lebte, hat wohl der erste einen großen Sonnenflecken mit freyen Augen gesehen, aber die Sache erregte keine Aufmerksamkeit und hatte um so weniger Folge, als

er, obschon mit Unrecht, diesen Flecken für den Planeten Merkur hielt.

Das erste Werk, welches über diesen Gegenstand erschien, ist das des Joh. Fabricius Phrysius (eines Friesländers) unter dem Titel: De maculis in sole observatis. Wittemberg. 1611. Er erzählt, daß er eines Morgens einen schwarzen, auf der einen Seite grauen Flecken in der Sonne bemerkt, und denselben anfangs für eine Wolke gehalten habe. Nachdem er ihn aber wiederholt an demselben Tage, und mit verschiedenen Fernröhren, immer an derselben Stelle gefunden hatte, fing er an, an der wolkenartigen Natur dieser Erscheinung zu zweifeln. Bald darauf erhob sich die Sonne schon zu sehr über den Horizont, und man konnte sie, ohne Besorgniß für seine Augen, nicht mehr ansehen*). Nicht ohne Furcht brachte er die folgende Nacht zu, da ihn der Argwohn, daß es nur eine vorübergehende Wolke seyn könnte, noch immer nicht ganz verlassen hatte. Desto größer war seine Freude, als er am folgenden Morgen seinen Gast wieder, und beinahe an derseben Stelle der Sonnenscheibe erblickte. Jetzt ließ er die Sonnenstrahlen durch eine kleine Oeffnung seines Fensterladens, in einem verfinsterten Zimmer, auf eine weiße Tafel fallen, und konnte auf diese Weise das Bild der Sonne und des Fleckens auf dieser Tafel den ganzen Tag durch beobachten. Er bemerkte bald, daß der Flecken sich von Ost gen West langsam

---

*) Man kannte damals noch nicht die gefärbten Plangläser, die man jetzt vor die Oculare der Fernröhre stellt, um das Licht der Sonne zu dämpfen. Scheiner bediente sich um dieselbe Zeit zu seinen Sonnenbeobachtungen eines eigenen Fernrohrs, dessen Objectiv und Ocular aus gefärbtem Glase gemacht war. Andere schlugen mehrfach über einander gelegte Spinnengewebe vor, die man nach Art eines Schleiers über das Objectiv breitete. Auf jene gefärbten Plangläser scheint man erst spät gekommen zu seyn, da man sie nicht satt genug zu färben verstand, da man nicht darauf dachte, mehrere derselben über einander zu legen; und da man auch fürchtete, daß dadurch die Bilder der Gegenstände verzogen werden. Huyghens schlug einfache Spiegelgläser dazu vor, die man auf der einen Seite mit Lampenruß ungleich beräucherte, und dann mit einem zweiten ähnlichen Glase bedeckte, um die berußte Seite des andern ungestört zu erhalten.

fortbewege. Auch kamen in den nächsten Tagen noch mehrere andere Flecken zu dem ersten, die alle dieselben Erscheinungen zeigten. Etwas später verschwand der erste Flecken an dem westlichen Rande der Sonne, und nach etwa zwei Wochen sah er ihn an dem östlichen Rande wieder eintreten. Er schloß daraus mit Recht, daß diese Flecken sich um der Sonne Mittelpunkt bewegen. Seine Freude über diese Entdeckung wurde dadurch etwas vermindert, daß er die Veränderlichkeit der Gestalt dieser Flecken, ja sogar ihr völliges Verschwinden in der Mitte der Sonnenscheibe bemerkte, und daß also diese Flecken keine permanenten Körper sind. Demungeachtet zieht er aus seinen Beobachtungen mit Recht den Schluß, daß die Sonne sich um sich selbst drehen müsse, wie dieß schon Jordan Bruno (der i. J. 1600 wegen seiner zu liberalen religiösen Gesinnungen lebendig verbrannt wurde), und später auch Kepler behauptet hatte.

Der bereits erwähnte Jesuit, Christoph Scheiner aus Schwaben, suchte die Entdeckung der Sonnenflecken für sich zu vindiciren. Sein Werk, Rosa Ursina, welches die Beobachtungen dieser Flecken enthielt, erschien aber erst i. J. 1630 zu Bracciano in Italien. Er soll den ersten Flecken zu Ingolstadt, wo er Professor war, im März 1611 gesehen und ihn seinen Zuhörern gezeigt haben. Die Nachricht davon verbreitete sich, wie er sagt, sehr schnell, und er wurde von mehreren Freunden dringend ersucht, seine Entdeckungen bekannt zu machen, allein er wurde daran durch die Betrachtung gehindert, daß die Sache zu neu und mit den Grundsätzen der Philosophie seiner Zeit nicht im Einklange erscheinen müßte. Flecken oder Fehler in der Sonne zu sehen, schien allen bisher gehegten Ideen von diesem Gestirne, dem Sinnbilde der höchsten Reinheit, zu widersprechen. Demungeachtet wollte er es endlich wagen, seine Beobachtungen öffentlich mitzutheilen, aber sein Provinzial, Theodor Busäus, ein peripatetischer Zelot, hielt ihn davon zurück, indem er ihm sagte: „Von „solchen Dingen habe ich nichts in meinem Aristoteles gelesen: „das sind bloße Einbildungen oder Fehler deines Auges, oder „endlich deiner Gläser, mein Sohn, und du wirst besser thun, „diese Sache bei dir zu behalten.“ — Demungeachtet konnte Scheiner nicht ganz schweigen, und gab daher seinem Freunde

Velser, Bürgermeister von Augsburg, im Dezember 1611 in drei Briefen, von seiner Entdeckung Nachricht, welche Briefe denn der letzte im Januar 1612 unter dem angenommenen Titel: Apelles post tabulam drucken ließ.

Auch Galilei hatte diese Flecken schon im Anfange des Jahres 1611, also nahe gleichzeitig mit Fabricius gesehen, und darüber sogleich sehr richtige Ansichten aufgestellt. Später entwickelte sich ein heftiger Streit zwischen Galilei und Scheiner, indem der erste den andern des Plagiats beschuldigte, und behauptete, die Sonnenflecken vor allen zuerst gesehen zu haben. Wie dieß auch seyn mag, Scheiner hat wenigstens die Sonnenflecken mit fortgesetztem Fleiße beobachtet. Sein Werk enthielt 774 Folioseiten, die ganz diesen Beobachtungen gewidmet sind, und man sieht, daß er auch die Theorie dieser Flecken, und ihre Bewegungen richtig aufgefaßt hatte. Galilei lobte ihn früher selbst wegen seines hohen und seltenen Talents, und Hevel, dem in dieser Sache wohl ein Urtheil zustand, nennt ihn einen Mann incomparabilis et omnigenae eruditionis, qui hac in re omnibus palmam praeripuit. Scheiner beobachtete die Sonnenflecken unausgesetzt, von dem Jahre 1618 bis 1627, durch neun Jahre, und reduzirte alle seine Beobachtungen auf die Ecliptik. Wir werden bald sehen, zu welchem Zwecke diese Beobachtungen eigentlich angestellt worden, und daß eben diesem Zwecke die bereits erwähnte Veränderlichkeit dieser Flecken sehr hinderlich ist. Es wäre sehr zu wünschen, daß man unter den vielen, die oft in kurzer Zeit erscheinen, nur wenigstens einen herausfinden könnte, der weder seine Gestalt, noch seinen Ort auf der Sonnenscheibe beträchtlich änderte, und den man durch mehrere Revolutionen mit Genauigkeit verfolgen könnte. Aber Flecken dieser Art scheinen sehr selten zu seyn. Derjenige, den man unter allen bisher gesehenen noch am längsten beobachten konnte, war der vom Ende des Jahres 1676, welchen Cassini durch volle 70 Tage, also durch nahe drei volle Revolutionen verfolgte.

§. 32. (Sonnenflecken, als Mittel, die Rotation der Sonne zu bestimmen.) Wenn diese Flecken in der That mit der Oberfläche der Sonne, auf irgend eine Weise, wenigstens auf einige Zeit, in fester Verbindung stehen, so kann man sich ihrer als

eines Mittels bedienen, die Umdrehung der Sonne um ihre Achse, und zugleich die Lage dieser Achse im Weltraume, zu bestimmen. Auch hat man diesen Versuch sehr bald nach der Entdeckung der Sonnenflecken gemacht, und die Sonne war auch unter allen Himmelskörpern der erste, dessen Rotation man auf diese Weise erkannt und bestimmt hat.

Man bemerkte bald, daß die Wege, welche diese Flecken auf der Sonnenscheibe beschreiben, in verschiedenen Jahreszeiten auch eine verschiedene Gestalt und Krümmung haben. Am Ende des ersten Drittheils des Junius und des Decembers, erscheinen sie als gerade Linien; in allen andern Jahreszeiten sind sie krumme Linien, und zwar wenden sie ihre erhabene oder convexe Seite ein halbes Jahr gegen Nord oder aufwärts, und die folgenden sechs Monate gegen Süd oder abwärts. Ihre stärkste Krümmung nach oben haben sie im August, und nach unten im Februar. Endlich bemerkte man noch, daß die Zeit zwischen zwei nächsten Durchgängen der Flecken durch denselben östlichen oder westlichen Rand der Sonne nahe 27 Tage betrage. Diese Beobachtungen reichen schon hin, uns mit den Umständen der Rotation der Sonne um ihre Axe wenigstens im Allgemeinen bekannt zu machen.

Wenn die Sonne sich um eine Axe dreht, so müssen alle Punkte ihrer Oberfläche, also auch die Sonnenflecken, Kreise beschreiben, deren Ebenen auf dieser Axe senkrecht stehen, und deren Mittelpunkte alle in dieser Axe liegen müssen. Von diesen Kreisen wird derjenige, der durch den Mittelpunkt der Sonnenkugel geht, oder der gleichweit von den beiden Polen der Axe entfernt ist, der größte seyn, und wir werden ihn daher, analog mit der Erde, den Sonnenäquator nennen können. Dieser größte Kreis der Sonne, und somit auch alle andern, mit ihm parallelen Kreise der Sonnenflecken, wird nun den Beobachtern auf der Erde unter verschiedenen Gestalten erscheinen können, I. als eine gerade Linie, wenn wir nur seine Kante sehen, oder wenn die Ebene des Sonnenäquators mit der Ecliptik zusammenfällt. II. Als ein eigentlicher Kreis, wenn unsere Gesichtslinie auf dem Sonnenäquator senkrecht steht, oder wenn der Sonnenäquator gegen die Ecliptik, unter einen Winkel von 90 Graden geneigt ist, und endlich III. als eine Ellipse, wenn wir den Sonnenäquator nur

schief sehen, oder wenn er eine Neigung gegen die Ecliptik hat, die größer als Null und kleiner als 90° ist.

§. 36. (Wie uns die Bahnen der Sonnenflecken erscheinen.) Der letzte dieser drei Fälle ist der, in welchem sich die Erde in Beziehung gegen die Sonne befindet. Wir sehen die an sich kreisförmigen Bahnen der Sonnenflecken im Allgemeinen als Ellipsen, also müssen sie, und daher auch der, ihnen allen parallele Aequator, in einer, gegen unser Auge, schiefen Lage stehen. Da aber unser Auge selbst sich, sammt der Erde, um die Sonne bewegt, so kann jene Lage gegen uns eine veränderliche seyn, selbst wenn, wie es sehr wahrscheinlich ist, die Lage des Sonnenäquators gegen die feste Ecliptik, ebenfalls fest und unveränderlich wäre.

Da dieser Aequator, dessen Ebene man sich, wie eine endlose Tafel, nach allen Seiten unbegränzt verlängert denken kann, mit der Ebene der Ecliptik, in welcher sich die Erde bewegt, nicht zusammenfällt, so wird die Erde, während ihrer Bewegung um die Sonne, ein halbes Jahr über, und eben so lange unter diesen Aequator, und nur zwei Augenblicke im Jahre wird sie in der Ebene dieses Aequators selbst sich aufhalten müssen. In diesen beiden letzten Momenten werden uns demnach die Bahnen der Flecken als gerade Linien erscheinen müssen, und da dieß, wie gesagt, am 10 Junius und am 10 Dezember geschieht, wo die Länge der Erde, von der Sonne gesehen, 258 und 78 Grade beträgt, so muß die durch die Sonne gehende Knotenlinie des Sonnenäquators mit der Ecliptik auch dieselbe Länge haben. Kennt man aber einmal diese Durchschnittslinie beider Bahnen, so wird man durch einige leichte geometrische Betrachtungen auch bald den Winkel finden, unter welchem diese Bahnen gegen einander geneigt sind. Man sieht, daß die Beobachtung der größten Krümmungen jener Curven, im Februar und August, dazu vorzüglich geschickt seyn wird. Auf diese Weise hat man gefunden, daß die Länge des aufsteigenden Knotens des Sonnenäquators (§. I.) mit der Ecliptik 258 Grade, und daß die Neigung dieser beiden Ebenen etwas über 8 Grade beträgt, wodurch nun die Lage des Sonnenäquators im Weltraume vollkommen bestimmt ist.

§. 37. (Rotationszeit der Sonne.) Noch ist die Beantwortung der Frage übrig, in welcher Zeit sich die Sonne um ihre Axe

bewegt. — Wir haben bereits gesehen, daß die Zeit zwischen den zwei nächsten Erscheinungen oder Verschwindungen eines Fleckens an dem Sonnenrande 27 Tage beträgt. Dieß ist aber noch nicht die wahre Rotationszeit der Sonne, denn da die Erde in ihrer jährlichen Bewegung in 27 Tagen auch nahe 27 Grade zurücklegt, so muß der Flecken in 27 Tagen nicht bloß den ganzen Umfang der Sonnenkugel, nämlich nicht bloß 360 Grade, sondern noch 27 Grade mehr zurückgelegt haben, um das zweitemal am östlichen Rande der Sonne zu erscheinen, so daß man daher die Proportion hat

$$387° : 360° = 27 T. : x T.$$

oder, da x gleich $25_{,12}$ Tage ist, so beträgt auch die Umlaufszeit der Sonne um ihre Axe 25 Tage und nahe 3 Stunden.

Uebrigens müssen wir bemerken, daß die Astronomen noch immer weder jene Lage des Sonnenäquators, noch auch diese Rotationszeit derselben genau kennen, weil diese Beobachtungen der Sonnenflecken, wegen der bereits erwähnten Veränderlichkeit derselben, sehr schwer mit der hier nöthigen Genauigkeit aufzustellen sind; aus welcher Ursache auch nur wenige Astronomen der neuern Zeit dem Gegenstande die Aufmerksamkeit gewidmet haben, deren er sonst in einem so hohen Grade würdig ist, da es in vielen andern, sehr wichtigen Beziehungen von dem größten Interesse seyn würde, die Position dieses Aequators sowohl, als auch die Veränderungen, welchen dieselbe ohne Zweifel unterworfen ist, näher kennen zu lernen.

§. 38. (Einfluß der Sonnenflecken auf unsere Witterung.) Noch dürfen wir hier der sehr verbreiteten Meinung Erwähnung thun, daß die Sonnenflecken einen bedeutenden Einfluß auf unsere Witterung haben sollen. Allein es fehlt uns noch an lange genug fortgesetzten Beobachtungen, um diesen Einfluß verbürgen zu können. Wenn dieser Flecken so viele erscheinen, daß sie, wie vielleicht in den bereits oben erwähnten zwei Jahren des sechsten und siebenten Jahrhunderts, große Theile der Sonne bedecken, so kann dann eine Wirkung derselben auf unsere Witterung wohl nicht bezweifelt werden. Uebrigens hat man in der Erscheinung dieser Flecken bisher nichts Regelmäßiges entdeckt. Nur selten findet man die Sonne ganz frei von ihnen, aber auch eine große

Anzahl gleichzeitiger Flecken gehört zu den seltenen Erscheinungen. Scheiner hat einmal über fünfzig an einem Tage bemerkt, obschon er zu einer andern Zeit oft wieder Monate durch kaum einen einzigen etwas beträchtlicheren sehen konnte. Lalande war der Meinung, daß es besondere Stellen der Sonne gebe, die für die Bildung der Flecken vorzüglich günstig sind, allein auch diese Bemerkung hat sich nicht bestätigt, obschon es übrigens bekannt ist, daß man diese Flecken gewöhnlich nur in der Nähe des Aequators der Sonne, bis nahe dreißig Grade zu beiden Seiten desselben, sieht, so, daß sie also gleichsam ihren eigenen Zodiacus zu haben, und daß ihre Entstehung mit der Rotation der Sonne, die in der Nähe des Aequators am schnellsten ist, in irgend einer Verbindung zu stehen scheint.

Kapitel II.

Merkur.

§. 39. (Entfernung, Umlaufszeit u. s. dieses Planeten.) Unter allen Planeten ist Merkur der nächste an der Sonne. Unsere Fernröhre zeigen uns daher von ihm wenig mehr, als daß er rund ist, und, wenn diese Fernröhre sehr gut sind, daß er Phasen, d. h. eben solche Lichtabwechslungen, wie unser Mond, hat. Er ist nämlich zu klein, meistens zu weit von uns entfernt, und hält sich endlich zu sehr in dem starken Lichte der Sonne auf, als daß wir hoffen könnten, ihn bald genauer kennen zu lernen. Das Meiste von dem, was wir von seiner physischen Beschaffenheit wissen, verdanken wir dem unvergeßlichen Schröter in Lilienthal, der ihn mit seinen starken Spiegeltelescopen auf das eifrigste verfolgte. (M. s. dessen hermographische Fragmente im IIIten Bande der Beiträge zu den neuesten astr. Entdeckungen. Götting. 1800.)

Die mittlere Entfernung dieses Planeten von der Sonne, oder die halbe große Axe seiner Bahn beträgt $0,_{387}$ Halbmesser der Erdbahn, oder 8,082,000 Millionen d. Meilen. Da aber diese seine Bahn sehr elliptisch ist, so ist seine wahre Entfernung von der Sonne sehr veränderlich. Im Perihelium steht er nur 7,413,000, im Aphelium (I.) aber 9,752,000 Meilen von der Sonne ab. Mit andern Worten, seine kleinste Entfernung von der Sonne beträgt $66,_5$, seine mittlere $83,_7$, und seine größte $100,_9$ Sonnen-

halbmesser, welcher letzte 94,000 Meilen hat. Noch beträchtlicher unter einander verschieden sind seine Entfernungen von der Erde, da die kleinste derselben 10 und die größte über 30 Mill. Meilen beträgt.

Sein Halbmesser beträgt nur 300 Meilen, also nur den dritten Theil des Erdhalbmessers, wie er denn überhaupt unter den sieben ältern Planeten (I.) bei weitem der kleinste ist. Seine Oberfläche ist daher nur 1,073,000 Quadratmeilen groß, oder kaum der zehnte Theil von der Oberfläche der Erde, und sein körperlicher Inhalt, oder sein Volum, das 104 Mill. Kubikmeilen beträgt, ist nur der $^4/_{100}$te Theil des Volums der Erde, oder aus der Erde würden sich 25 solche Kugeln wie Merkur bilden lassen.

Da er der Sonne, dieser eigentlichen Quelle der Bewegungen aller Planeten, so nahe steht, so ist seine Bewegung um diesen Centralkörper von allen die schnellste. In der That legt er in seiner mittleren Geschwindigkeit in jeder Stunde $6,_7$ Meilen, oder in einem Tage schon 578,880 Meilen zurück. Seine ganze Bahn um die Sonne vollendet er, in Beziehung auf die Fixsterne, in $87,_{969}$, und in Beziehung auf die Nachtgleichen (I.) in $87,_{968}$ Tagen, und zwar in einer Bahn, die nahe sieben Grade, also stärker, als alle andern ältern Planetenbahnen, gegen die Ecliptik geneigt ist. Seine synodische Umlaufszeit endlich (I. §. 98) beträgt $115,_{87}$ Tage.

§. 40. (Masse und Dichtigkeit Merkurs.) Wir werden weiter unten die Mittel kennen lernen, die Massen der Planeten, d. h. die Menge der materiellen Elemente, aus denen sie bestehen, oder, wenn man lieber will, die gegenseitigen Gewichte derselben zu bestimmen, so wie auch die Dichtigkeit dieses materiellen Stoffes, aus dem sie bestehen. Wir werden uns indeß der Vollständigkeit wegen erlauben, bei jedem Planeten diese beiden Eigenschaften schon jetzt mit aufzuführen. Die Masse Merkurs also ist nur $^1/_6$ von der Masse der Erde, d. h., wenn man die Erde in eine Wagschaale legen könnte, so müßte man in die andere sechs solche Kugeln, wie Merkur, legen, um die Waage im Gleichgewichte zu erhalten. Da aber die Dichtigkeit eines jeden Körpers nichts anderes, als seine Masse dividirt durch sein Volum ist, so würde,

wenn das Volum Merkurs auch nur der sechste Theil des Volums der Erde wäre, die Dichtigkeit Merkurs gleich der der Erde seyn. Allein das Volum dieses Planeten beträgt, wie bereits gesagt, nur den 25sten Theil des Volums der Erde, also ist auch die Dichtigkeit desselben gleich $^{25}/_{6}$ oder nahe viermal so groß als die Dichtigkeit der Erde. Die mittlere Dichtigkeit der Erde ist aber bekanntlich nahe 5 mal größer, als die des reinen Wassers, also ist auch die Dichtigkeit des Merkurs nahe 20 mal größer, als die des Wassers, oder die Masse Merkurs besteht aus einer Materie, die nahe eben so dicht als unser Gold oder Platin ist.

Auf unsere Erde fallen die Körper, wenn sie ihrer Unterstützung beraubt werden, in der ersten Secunde, nach den zahlreichen Beobachtungen, die wir auf der Oberfläche der Erde angestellt haben, durch $15,_{1}$ Par. Fuß. Da wir nicht auf die Oberfläche Merkurs oder einer der andern Planeten kommen, also auch keine Beobachtungen daselbst anstellen können, so sollte man glauben, daß es den Menschen immer versagt seyn wird, zu erfahren, wie sich die fallenden Körper auf jenen Planeten verhalten. Wir werden aber weiter unten Gelegenheit haben, zu zeigen, daß diese Bestimmungen in der That sehr leicht sind, wenn man einmal die Masse und den Halbmesser dieser Planeten kennt. Eine ganz einfache Rechnung lehrt uns, daß dieser freie Fall der Körper auf der Oberfläche Merkurs in der ersten Secunde 14.1 Fuß, also genau einen Fuß weniger, als auf der Erde beträgt.

§. 41. (Durchmesser Merkurs.) Ein an sich so kleiner und von uns so weit entfernter Körper kann uns nur unter einem ebenfalls sehr kleinen Winkel erscheinen. In der That, beträgt sein scheinbarer Durchmesser, selbst wenn er am größten, oder wenn der Planet uns am nächsten ist, nur 12 Sec., und in seiner größten Entfernung nur nahe 4 Sec. Die Beobachter auf der Sonne aber, wenn diese in der That existiren, und wenn sie vor dem blendenden Lichte der Sonne die Planeten noch sehen können, würden ihn in seiner mittleren Entfernung unter dem Winkel von etwa 15 Sec., also nahe eben so groß sehen, als ihnen die an sich so viel größere, aber auch weiter entferntere Erde erscheint. Dagegen sehen die Beobachter auf der Oberfläche Merkurs die ihnen

so nahe Sonne unter einem scheinbaren Durchmesser von 4980 Sec., oder nahe $2^1/_2$ mal so groß, als wir von der Erde den Sonnendurchmesser sehen, und die Oberfläche der ganzen Sonnenscheibe sehen sie nahe siebenmal größer als wir.

§. 42. (Temperatur und Beleuchtung auf Merkur.) Diese Nähe der Sonne muß auch auf die Temperatur Merkurs einen bedeutenden Einfluß haben. Die Beleuchtung, welche dieser Planet von der Sonne erhält, oder die Helligkeit seiner Tage ist nahe siebenmal größer, als bei uns, und in demselben Verhältnisse mag auch die Temperatur oder die Intensität der Wärme seyn, welche die Oberfläche Merkurs und der Erde von der Sonne erhalten. Eine solche Helligkeit des Tageslichtes würde unsere Augen blenden, und eine siebenmal höhere Temperatur würde dem Leben aller unserer Thiere und Pflanzen sehr schnell ein Ende machen. Welche von uns völlig verschiedene, welche ganz anders organisirte Wesen mögen daher diese Planeten bewohnen, und wie vielmehr noch mögen sie von den Bewohnern des Uranus, des entferntesten aller Planete, verschieden seyn, auf dessen Oberfläche die Intensität der Beleuchtung sowohl, als die der Erwärmung nicht weniger als 330 mal kleiner ist, als auf der Erde, also über 2300 mal kleiner als auf der Oberfläche Merkurs. Wenn daher unsere Metalle auf der Oberfläche Merkurs wegen der großen dort herrschenden Hitze in beständigen Flüssen sind, wie unser Quecksilber, so würden auf jenen des Uranus nicht nur alle unsere, selbst unsere geistigen Flüssigkeiten, sondern vielleicht selbst die Luft zu einem festen Körper erstarren, und beide Extreme würden für Organisationen unserer Art gleich unerträglich und zerstörend seyn.

§. 43. (Sichtbarkeit Merkurs.) Man erkennt diesen Planeten an seiner hellweißen Farbe und an seinem intensiven Lichte, das, durch gute Fernröhre besehen, die Augen blendet, daher man, in sehr lichtstarken Telescopen, schwach gefärbte, sogenannte Dampfgläser vor das Ocular stellen muß, wie bei der Sonne, um seine Begränzung schärfer zu sehen. Gewöhnlich ist er mit freien Augen schwer zu finden, da er sich immer in der Nähe der Sonne aufhält, von deren Lichte er gleichsam verdunkelt oder verdrängt wird. In der That entfernt er sich nie weit von der Sonne, und ist

daher nur, wenn er ihr westlich steht, Morgens kurz vor Sonnenaufgang am östlichen Himmel, und wenn er ihr östlich steht, Abends bald nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel einige Zeit durch sichtbar, wo man ihn daher immer in dem Dämmerlichte der Sonne und nahe am Horizonte suchen muß. Man möchte beinahe glauben, daß die alten Griechen viel bessere Augen, als wir gehabt haben, da sie diesen Planeten nicht nur so oft sehen, sondern ihn sogar fortgesetzt beobachten, und aus diesen Beobachtungen die Theorie seiner Bewegung ableiten konnten. Zwar sind die Tafeln desselben, wie sie uns Ptolemäus überliefert hat, die unvollkommensten von allen seinen Planetentafeln, und der Fehler derselben geht, wenn man sie mit unsern neuern Tafeln vergleicht, bis auf sieben volle Grade. Aber auch in diesem Zustande noch können sie als ein Beweis des Fleißes jener Astronomen betrachtet werden, die noch keine Fernröhre zu ihrem Gebothe hatten, und gewiß nicht ohne lang fortgesetzte Beobachtungen auch nur die Bewegung dieses Gestirns erkennen konnten. Copernikus soll es noch auf seinem Sterbebette betrauert haben, daß er in seinem ganzen Leben den Merkur auch nicht ein einziges mal gesehen hatte, so viel er sich auch darum bemühte. Möstlin, der Lehrer des großen Kepler, sagte oft scherzend, daß dieser Planet nur da zu seyn scheine, um die Astronomen in ein schlechtes Licht zu stellen, und Riccioli hielt den himmlischen Merkur für eben so unergründlich für die Astronomen, als den irdischen (das Queckſilber) für die Chemiker und Alchimisten. Seit indeß die Fernröhre entdeckt, und in unsern Tagen auf einen so hohen Grad der Vollkommenheit gebracht worden sind, hat man weiter keine Schwierigkeit, ihn selbst um Mittag, und in einer sehr geringen Entfernung von der Sonne zu sehen. Oefters soll es sich jedoch ereignen, daß man ihn auch mit diesen Hülfsmitteln zu einer Zeit, wo man ihn seiner Stellung gegen Erde und Sonne wegen, am besten sehen sollte, nur mit Mühe erkennen kann, und man glaubt diese Sonderbarkeit dadurch zu erklären, daß einzelne Theile seiner Oberfläche das Licht der Sonne weniger gut reflectiren, als andere.

§. 44. (Größtes Licht Merkurs.) Wir haben bereits oben (I. §. 94) den scheinbaren Lauf dieses Planeten um die Sonne

umständlich angegeben und gesagt, daß er sich von derselben im Mittel nur um 23 Grade östlich oder westlich entfernt. Allein wenn er zu dieser Zeit zugleich in seinem Aphelium ist, so kann diese Entfernung von der Sonne, wegen der großen Excentricität seiner Bahn, bis auf 29 Grade steigen. Man nennt dieß seine größte Elongation und zu dieser Zeit, sollte man glauben, müßte man ihn am leichtesten und besten sehen, weil er da von dem viel stärkern Lichte der Sonne am meisten entfernt ist, und auch bei Auf= oder Untergang der Sonne noch am höchsten über dem Horizonte steht. Allein zur Zeit der größten Elongation ist er auch noch zu sehr von der Erde entfernt und wendet uns einen zu kleinen Theil seiner von der Sonne beleuchteten Hemisphäre zu, um hier in seinem größten Lichte zu glänzen. Diese Verhältnisse sind im Gegentheile am günstigsten, wenn er etwas näher bei seiner untern Conjunction mit der Sonne und nahe 15 oder 18 Grade von derselben entfernt ist.

§. 45. (Phasen Merkurs.) Es ist bereits gesagt worden, daß dieser Planet uns ähnliche Lichtabwechslungen, wie der Mond, zeigt, was offenbar von seiner Stellung gegen Sonne und Erde kömmt. Die bloße Ansicht der Fig. 4 wird hinreichen, diese Phasen Merkurs mit allen ihren Eigenheiten zu erklären. In seiner obern Conjunction (i) ist er am weitesten von der Erde T entfernt, erscheint uns also auch am kleinsten. Da aber hier die von der Sonne S beleuchtete Hemisphäre ganz der Erde zugewendet ist, so hat er die Gestalt einer ganzen kreisrunden, lichten Scheibe; wie der Mond zur Zeit seines Vollichtes. In seinem ersten Viertel (2) zeigt er uns nur mehr die eine Hälfte seiner beleuchteten Hemisphäre auf seiner Westseite. Wenn er in seiner Bahn noch weiter fortrückt, und nach (3) in seine untere Conjunction kömmt, so steht er der Erde am nächsten, und müßte ihr daher am größten erscheinen. Allein da er hier seine beleuchtete Seite ganz von der Erde wegwendet, so sehen wir ihn gar nicht. Bisher war Merkur Abendstern, oder man sah ihn nur nach Sonnenuntergang im Westen an der östlichen Seite der Sonne; allein so wie er über (3) hinaustritt, wird er Morgenstern und erscheint vor Aufgang der Sonne im Osten auf der

westlichen Seite der Sonne. Anfangs, wo er der Sonne noch sehr nahe erscheint, sieht man ihn nur wie einen feinen Silberfaden, wie den Mond in den ersten Tagen nach dem Neulichte, und seine östliche Seite wird immer mehr beleuchtet, bis er in (4), in seinem letzten Viertel, uns die Hälfte seiner lichten Hemisphäre, und endlich in (1) wieder die ganze beleuchtete Scheibe zuwendet. (Vergl. I. §. 94 — 112). Alle diese Erscheinungen sind den Beobachtungen vollkommen gemäß, und es ist bereits oben (I. Cap. VIII.) gesagt worden, daß man diese Phasen als einen der treffendsten Beweise des Copernicanischen Planetensystems ansehen kann. Zwar hat man eben diese Abwesenheit derselben (da man, selbst bei der Venus, diese Phasen ohne Fernröhre, die damals noch unbekannt waren, nicht sehen kann) als einen Beweis gegen dieß System brauchen wollen, aber nichts beweist mehr die Sicherheit und die innige Ueberzeugung von der einmal erkannten Wahrheit, als daß Copernicus sich durch diesen damals allerdings sehr gewichtvollen Einwurf nicht hindern ließ, und daß er kühn behauptete, daß diese Phasen ganz gewiß existiren, und daß wir sie nur nicht sehen können, weil unsere Augen dazu zu schwach sind. Und in der That, kaum war das Fernrohr erfunden, als auch Galilei schon diese Phasen, wenigstens bei der Venus, wo sie viel leichter zu sehen sind, entdeckt hatte. Die Geschichte der Wissenschaften enthält vielleicht nur noch einen einzigen analogen Fall eines ähnlichen beharrlichen Festhaltens an der einmal entdeckten Wahrheit. Als Hutton seine Theorie von der Consolidation der Felsen durch Anwendung der Hitze in einer großen Tiefe unter dem Spiegel des Meeres vortrug, und diese besonders auf den einst flüssigen Marmor anwendete, wurde ihm entgegnet, daß wenigstens bei dieser und überhaupt bei allen kalkigen Steinarten eine solche Ursache der Consolidation nicht zugelassen werden könne, weil die Hitze die Substanz derselben auflöst und sie in Kalk verwandelt, indem sie die Kohlensäure aus dem Steine treibt und nichts als eine Masse zurückläßt, die nicht weiter flüssig gemacht und nicht einmal durch Hitze verändert werden kann; allein Hutton antwortete darauf, daß der große Druck, unter welchem die Hitze auf diese Steinart angebracht

worden ist, die Trennung der Kohlensäure hindern muß, und daß daher bei dem Zurückbleiben derselben die Flüssigkeit des Kalksteines gar wohl möglich seyn kann. Und schon die nächste Generation sah die Bestätigung dieser eben so glücklichen, als kühnen Voraussage. Was Hutton bloß als Meinung, aber als eine auf Verstand und Erfahrung gegründete Meinung, vorgetragen hatte, wurde bald darauf eine Thatsache, die jeder sehen, die Niemand mehr bezweifeln kann. James Hall schmilzt jetzt den Marmor, wie wir Wachs, wie wir alle Metalle schmelzen, und zwar bloß durch Zurückhaltung der Kohlensäure unter einem heftigen Drucke.

§. 46. (Atmosphäre Merkurs.) Um wieder zu den Phasen Merkurs zurückzukehren, so muß noch bemerkt werden, daß man sie zwar in unsern besten Fernröhren sehr deutlich und unbezweifelt als solche erkennt, daß aber doch die Grenzen derselben, dort wo sie die dunkle Seite des Planeten berühren, immer unbestimmt und gleichsam verwaschen sind. Man hat die Ursache davon zuerst darin gesucht, daß Merkur immer dem Lichte der Sonne zu nahe und von uns nur in kleinen Höhen über dem Horizonte gesehen wird, wo unsere Luft noch zu dicht und mit fremdartigen Dünsten gemischt ist. Allein Schröter erkannte bald, daß der wahre Grund dieser Erscheinung nicht in unserer, sondern vielmehr in der Atmosphäre Merkurs zu suchen ist. Er hatte nämlich öfter einzelne Gegenden der Oberfläche dieses Planeten sich plötzlich aufhellen und nach einiger Zeit wieder verdunkeln sehen, und er schloß daraus, daß dieß Wolken sind, die über diesen Planeten hin und wieder ziehen. Da sich nun Wolken ohne ihren Träger, die Atmosphäre, nicht denken lassen, so war dadurch auch die Existenz der Atmosphäre Merkurs nachgewiesen. Da aber eine solche, ihrer Natur nach, in den untern, dem Planeten nähern Schichten, immer dichter seyn muß, und da die Lichtgrenze jener Phasen diejenigen Gegenden des Planeten bezeichnet, für welche die Sonne eben auf- oder untergeht, so war daraus jene Unbestimmtheit der Lichtgrenze auf eine eben so leichte als genügende Weise zu erklären.

§. 47. (Rotation Merkurs.) Eigentliche Flecken, wie bei der Sonne, konnte Schröter auf der Oberfläche Merkurs nicht finden,

weil vielleicht das Licht der Sonne sie uns zu sehen hindert. Sonach wäre es also auch unmöglich gewesen, über die Rotation dieses Planeten um seine Axe irgend etwas festzusetzen, allein die eben erwähnte Beobachtung der nur unbestimmt begrenzten Phasen, die Schröter sehr lange fortsetzte, gab ihm Gelegenheit, in ihnen selbst ein Mittel zu finden, die Rotation des Planeten zu erkennen. Er fand nämlich, daß die eine Spitze des sogenannten Horns des beleuchteten Theils seiner Gestalt, sich nach einer regelmäßigen Periode ändere, was wahrscheinlich von großen Gebirgen in der Nähe des einen Poles verursacht wird, und indem er diese Periode genau zu bestimmen suchte, fand er, daß sich Merkur in der That um seine Axe drehe, und zwar sehr nahe in derselben Zeit, in welcher auch die Erde sich um sich selbst bewegt, so daß also die Tage Merkurs mit den unsern nahe von gleicher Dauer sind.

§. 48. (Jahreszeiten auf Merkur.) Wenn aber auch die Tageszeiten auf diesen beiden Planeten nur wenig verschieden sind, so sind es dafür die Jahreszeiten desto mehr. Zwar nicht an ihrer Intensität oder in ihrem gegenseitigen Verhältnisse, denn diese hängt, wie wir oben (I. Cap. VII.) gesehen haben, von der Neigung der Bahn des Planeten gegen seinen Aequator oder von der sogenannten Schiefe der Ecliptik ab (I. §. 85.) und diese ist bei Merkur, wo sie 20 Gr. beträgt, nur wenig von dem bei uns verschieden, wo sie gleich 23 Gr. 28 Min. ist. Allein die Schnelligkeit des Wechsels dieser Jahreszeiten ist dort viel größer, als hier, dort, wo jede der vier Jahreszeiten nur drei Wochen, oder näher 22 Tage dauert, während sie bei uns 91 Tage, also mehr als viermal so lange währt. Dieser schnelle Wechsel der Temperatur wird vielleicht auf der Oberfläche Merkurs eine Art von immerwährendem Frühlingswetter hervorbringen, wenn nicht die Zeit der Anwesenheit der Sonne bei Tag wegen ihrer großen Nähe eine zu starke Hitze erzeugt, die von der darauf folgenden Nacht nicht wieder abgekühlt werden kann. Wenn man bedenkt, welche wichtige Rolle das Licht schon auf unserer Erde spielt, so darf man auch voraussetzen, daß die Sonne auf dem von ihr vorzüglich begünstigten Planeten nicht nur mit stärkeren Farben malt, sondern auch mit größerer Kraft in sein Inneres dringt, und daß schon

aus diesem Grunde die Pflanzen und Thiere, welche diesen Planeten bedecken, von denen unserer Erde ungemein verschieden seyn werden.

§. 49. (Hohe Berge auf Merkur.) Noch mag bemerkt werden, daß Schröter auf dem Merkur sehr hohe Berge entdeckte, die sich in Zügen von 40 und 60 Meilen Länge hinziehen. Die größten derselben sollen eine Höhe von 58,000 Fuß, also mehr als die doppelte Höhe der größten Berge der Erde haben. Die meisten und höchsten dieser Berge findet man bei diesem sowohl als auch bei allen andern Planeten, auf der südlichen Hemisphäre. Es ist möglich, daß sie zur Milderung der hohen Temperatur, die auf der Oberfläche Merkurs herrschen mag, nicht wenig beitragen.

§. 50. (Vorübergänge Merkurs vor der Sonnenscheibe.) Wenn dieser Planet zur Zeit seiner untern Conjunction [in (3) der Fig. 4] nahe bei der Ecliptik, also auch nahe bei seiner Knotenlinie (s. Bd. I.) ist, so sieht man ihn als einen kleinen, runden, schwarzen Flecken vor der Sonnenscheibe vorübergehen. Man nennt dieß einen Durchgang des Planeten. Der scheinbare Durchmesser desselben wird dann von der Erde unter dem Winkel von 12 Sec. gesehen. Bei der gegenwärtigen Lage seiner Knoten können diese Durchgänge nur in den beiden Monaten May und November statt haben. Kepler kündigte der erste aus den von ihm selbst entworfenen Tafeln dieses Planeten einen solchen Durchgang für das Jahr 1631 an, den auch Gassendi am 7. Nov. dieses Jahrs in Paris beobachtete. Seit dieser Epoche sind viele solche Durchgänge gesehen worden. Sie kommen gewöhnlich in Perioden von 13, genauer von 26 oder auch 46 Jahren wieder und dienen den Astronomen zur Correction der Elemente (s. Bd. I.) dieses Planeten, oder zur Verbesserung seiner Tafeln. Das folgende Verzeichniß gibt die nächstfolgenden sichtbaren Durchgänge dieses Planeten. Die zweite Columne enthält die mitt. Par. Zeit der Conjunction oder den Augenblick, in welchem der Mittelpunkt der Sonne und des Planeten von der Erde gesehen, dieselbe Länge haben; die dritte gibt die Zeit der Mitte des Durchganges, die

vierte die halbe Dauer desselben und die fünfte die kürzeste Distanz der beiden Mittelpunkte der Sonne und des Mercurs.

	Conjunction.	Zeit der Mitte.	Halbe Dauer.	Kürzeste Distanz.
1835	7. Nov. 7 h 57′ Ab.	8h 22′	2 h 34,′9	0° 5′ 37″ Südl.
1845	8. May 8 4	7 42	3 22,5	0 8 58 Nördl.
1848	9. Nov. 1 47	1 59	2 41,5	0 2 36 N.
1861	12. Nov. 17 30 Morg.	19 29	2 0,4	0 10 52 N.
1868	5. Nov. 16 53 Morg.	19 27	1 45,6	0 12 20 S.
1878	6. May 6 48 Ab.	7 5	3 53,5	0 4 39 N.
1881	8. Nov. 12 47 Morg.	13 9	2 39,1	0 3 57 S.
1891	10. May 12 54 Morg.	14 23	2 34,3	0 12 21 S.
1894	10. Nov. 6 36	6 46	2 37,6	0 4 20 N.

Kapitel III.

Venus.

§. 51. (Namen und Zeichen dieses Planeten.) Obschon jeder Planet, wie wir bald sehen werden, in Beziehung auf die Erde sein Eigenthümliches hat, so zeichnet sich doch keiner durch so viele besondere Eigenschaften aus, als Venus. Er ist der hellste und schönste unter allen Planeten; er kömmt der Erde am nächsten; seine von der Erde gesehene Geschwindigkeit ist die größte; er war wahrscheinlich der erste, dessen schnelle Bewegung uns zeigte, daß es außer den fixen Gestirnen des Himmels noch andere, daß es eigentliche Planeten gebe, und er ist auch derjenige, der uns zuerst die wahre Entfernung der Sonne von der Erde, und dadurch den Maaßstab kennen gelehrt hat, mit welchem wir nun alle Räume unseres Sonnensystems ausmessen.

Man erkennt ihn sehr leicht an seinem blendend weißen und intensiven Lichte, wodurch er uns in günstigen Umständen sogar bei Tage sichtbar wird. In der That ist er, nebst dem Monde, der einzige Himmelskörper, den man ohne Fernröhre mit der Sonne zugleich sehen kann, und, obschon man ihn immer nur, wie Merkur, in der Nähe der Sonne, also nur in den Strahlen der Morgen- oder Abenddämmerung erblickt, so ist doch sein Licht so stark, daß er, unter günstigen Verhältnissen, vor dem Aufgange oder nach dem Untergange der Sonne einen erkennbaren Schatten

wirft. Aus derselben Ursache ist er durch lichtstarke Fernröhre nur schwer gut zu sehen, weil sein helles Licht das Auge blendet und jede kleine Unvollkommenheit des Fernrohrs vergrößert, vielleicht auch, weil er mit einer sehr dichten Atmosphäre umgeben ist, die seinen Rand sowohl als auch die Grenzen seiner Phasen undeutlich macht.

Durch die Helligkeit seines Lichtes fiel er schon den Alten auf. Er ist der einzige unter den Planeten, der in den ältesten der auf uns gekommenen Gedichte erwähnt wird. Homer nennt ihn (Iliad. XXII. 318) den Schönsten, καλλιγος:

„Hell wie der Stern vorstrahlt in dämmernder Stunde des Melkens,
„Hesperus, der der Schönste erscheint von den Sternen des Himmels."

Diese Benennung „Hesperus oder Vesperugo (Abendstern)" erhielt er, weil man ihn wahrscheinlich zuerst als einen Wandelstern zu der Zeit erkannte, wann er in den Abendstunden am westlichen Himmel sichtbar wurde. Einen ähnlichen hellen Stern bemerkte man bald auch in den Morgenstunden an der Ostseite des Himmels, daher man diesen Phosphorus, Lichtbringer oder Morgenstern nannte. Es war vielleicht keine kleine Aufmerksamkeit nöthig, zu erkennen, daß beide Sterne nur einer und derselbe sind. Man sagt, daß Pythagoras die Identität dieser beiden Gestirne zuerst erkannt habe. Uebrigens haben wir schon bemerkt, daß Merkur dieselben Ansprüche auf eine solche Doppelbenennung hat, da beide Planeten als Abendsterne erscheinen, wenn sie in (2) (Fig. 4) auf der Ostseite der Sonne, und als Morgensterne, wenn sie in (4) auf der Westseite der Sonne stehen. Doch zog Venus, durch ihren hellern Glanz, die Aufmerksamkeit der Menschen besonders auf sich, und die Dichter der Griechen und Römer sind voll von dem Lobe ihrer Schönheit.

Qualis ubi oceani perfusus lucifer undâ,
Quem Venus ante alios astrorum diligit ignes,
Extulit os sacrum coelo tenebrasque resolvit.
Aen. VIII. 589.

Die neueren Dichter scheinen mit dem gestirnten Himmel weniger bekannt zu seyn, da sie beinahe nur von Wein und Liebe

singen, doch ist dieser Planet selbst für sie noch zu auffallend, um ihn ganz aus ihrem Gebiete auszuschließen:

Friend to mankind, she glitters from afar,
Now the bright ev' ning, now the morning star.
Baker.

Dieselben Alten haben den Planeten auch verschiedene Zeichen gegeben, deren Bedeutung jetzt nicht immer sehr leicht zu entziffern seyn möchte. In spätern Zeiten hat man diese Zeichen mit der Mineralogie und selbst mit der Alchymie in Verbindung gebracht, wo sich dann die Astrologen derselben bemächtigten, und viel unsinnige Dinge darüber zu schwätzen wußten. Auf diese Weise wurde der Planet Merkur, wie bereits gesagt, mit dem Queckfilber gepaart, die beide, jener in der Astronomie, und dieser in der Mineralogie, das Zeichen ☿ erhielten, wodurch der Stab vorgestellt werden sollte, mit welchem der Gott Merkur die Geister der abgeschiedenen Menschen der Unterwelt zuführt. Venus erhielt das Zeichen ♀ eines Spiegels mit einer Handhabe, des nothwendigsten Attributs einer Göttin der Schönheit. In der Mineralogie wird dadurch das Kupfer bezeichnet, und wahrscheinlich wurden auch die ersten Spiegel der Alten aus diesem Metalle verfertigt. Mars, der Gott des Krieges, erhielt das Symbol ♂ des Pfeiles mit dem Schilde, das zugleich das Eisen, das dem Krieger unentbehrlichste Metall, bezeichnet. Jupiter wurde durch 4 angedeutet, welche Figur in der ältesten Schreibart der erste Buchstabe des griechischen Wortes Zevs gehabt haben soll. Welchen Zusammenhang der Gott der Götter mit dem Zinne haben soll, mögen die Mineralogen entscheiden. Saturn erhielt das Zeichen ♄, einer Sichel oder Sense, da dieser Gott die alles abmähende Zeit vorstellen sollte. Das Bley mag dasselbe Zeichen erhalten haben, weil die blasse Farbe dieses Planeten einige, obwohl nur sehr entfernte Aehnlichkeit mit der Farbe dieses Metalles hat. Das Zeichen der Erde ♁ endlich, eine Kugel mit einem darüber stehenden Kreuze, bezieht sich auf die Erlösungsgeschichte, und das des Uranus ♅ auf gar nichts. Von den vier neuen Planeten ist die Sichel ⚳ das Symbol der fruchtbringenden Ceres; die

Lanze ♀ das der kriegerischen Pallas; das Zepter ♀ das der königlichen Juno, und endlich der Altar ♁, das Emblem der Vesta, welcher die Alten ein immerwährendes Feuer unterhielten.

§. 52. (Andere, ältere astronomische Benennungen der Sternbilder.) Ohne Zweifel hatten auch die übrigen in der Astronomie eingeführten Zeichen einen nähern Zusammenhang mit den Verhältnissen und den Zeiten, unter welchen sie erfunden worden sind. So scheint z. B. von den Zeichen des Thierkreises der Widder ♈ die Hörner, der Stier ♉ den Vorderkopf dieses Thieres, der Wassermann ♒ die wellenschlagende Bewegung des Wassers u. s. anzudeuten. Manche andere mögen mit der Zeit entstellt und gänzlich unkenntlich geworden seyn. Es scheint, daß diese Zeichen und Benennungen der Sternbilder des Thierkreises dem grauesten Alterthume angehören, und daß wir vielleicht kein älteres Monument besitzen, als eben sie. Man hat darüber Untersuchungen und Vermuthungen aufgestellt, und ganze Bibliotheken geschrieben, ohne eben dadurch den Gegenstand aufzuklären. Dupuis, Bailly u. a. wollten sie mit religiösen Institutionen der alten Völker und mit der Culturgeschichte derselben in Verbindung bringen, das Alter der Erde daraus ableiten, und was dergleichen Bemühungen mehr sind, die alle ohne Erfolg blieben, und wahrscheinlich auch ferner bleiben werden, da diese Denkmäler der Vorzeit selbst zu unbestimmt sind, um nur einigermaßen sichere Schlüsse darauf zu bauen. Einige derselben scheinen sich in der That auf den Zustand des Himmels zu der Zeit, wo sie erfunden wurden, zu beziehen. So meint selbst Laplace, daß der Krebs und der Steinbock das Rückgehen der Sonne zur Zeit ihrer Solstitien (s. Bd. I.), so wie die Waage die Gleichheit der Tage und Nächte zur Zeit der Aequinoctien angezeigt haben könnten. Der Steinbock aber, der jetzt den tiefsten Punkt der Ecliptik einnimmt, wurde wahrscheinlich auf den höchsten Punkt derselben gestellt, weil man dieses Thier nicht in den Schluchten, sondern immer nur auf den höchsten Gipfeln der Felsen findet. Wenn aber diese Vermuthung des Laplace richtig ist, so muß dieß zu einer Zeit geschehen seyn, die wenigstens 15,000 Jahre vor die unsere fällt, wie man durch die oben (I. §. 190. 194) erklärte Präcession der

Nachtgleichen leicht finden kann. Zu dieser Epoche fiel dann auch das Sternbild der Waage, die jetzt in der Nähe des Herbstpunktes ist, in das Frühlingsaequinoctium und beinahe alle übrigen Zeichen des Thierkreises erhalten dann eine auffallende Beziehung zu dem Clima und der Agricultur des alten Aegyptens, in welchem Lande diese Zeichen und Benennungen erfunden seyn sollen. Ohne dieser Ansicht widersprechen zu wollen, da man sie eben so wenig beweisen als widerlegen kann, bemerken wir nur, daß unsere nur etwas verläßliche Menschengeschichte nicht älter als vier Jahrtausende angenommen werden kann, da alles, was jenseits dieser Epoche geschehen seyn mag, für uns nichts als Mythe und undurchdringliche Dunkelheit ist.

§. 53. (Entfernung und Umlaufszeit der Venus.) Venus ist im Mittel $0,_{723}$ Halbmesser der Erdbahn oder 15 Millionen Meilen von der Sonne entfernt. Die Excentricität ihrer Bahn ist die kleinste, oder diese Bahn ist die kreisförmigste von allen, daher sie auch beinahe immer in derselben Entfernung von der Sonne bleibt, während im Gegentheile die Distanzen Merkurs von der Sonne über zwei Millionen Meilen von einander verschieden seyn können. Desto mehr sind dafür die Entfernungen der Venus von der Erde unter einander verschieden. In der untern Conjunction [(3) Fig. 4], wo sie der Erde am nächsten ist, beträgt diese Distanz nur fünf Mill. Meilen, in der obern Conjunction (1) aber, oder in ihrer größten Distanz, ist sie siebenmal weiter, oder 35 Millionen Meilen von der Erde entfernt. Aus dieser Ursache ist auch ihre scheinbare Größe so sehr verschieden. In der untern Conjunction erscheint uns ihr Durchmesser unter dem Winkel von 66 Secunden, also größer, als irgend ein anderer Planet, selbst Jupiter und den Ring Saturns nicht ausgenommen. In der obern Conjunction aber, wo sie ihre beleuchtete Hälfte ganz der Erde zuwendet, ist doch ihr Licht nur schwach und ihr Durchmesser beträgt kaum 10 Secunden, so daß uns also Venus hier selbst kleiner als Merkur, nur halb so groß als Saturn, und fünfmal kleiner als Jupiter erscheint.

Der wahre Durchmesser dieses Planeten aber beträgt 1680 Meilen, ist also nur unbedeutend kleiner als der der Erde. Die

Oberfläche der Venus hat 8,376,000 Quadratmeilen, ist daher nahe gleich $^9/_{10}$ der Oberfläche der Erde. Das Volum derselben endlich beträgt 2280 Millionen Kubikmeilen oder $^8/_{10}$ des Volums der Erde.

Die siderische Umlaufszeit (I. §. 100) der Venus um die Sonne beträgt $224,_{701}$ Tage, die tropische $224,_{595}$ und die synodische (I. §. 124) endlich $583,_{921}$ Tage. Mit dieser Bewegung legt sie in jeder Secunde einen Weg von 111,500 P. Fuß oder von $4,_9$ d. Meilen zurück. Die Masse dieses Planeten beträgt $^9/_{10}$ der Erdmasse, und die Dichte dieser Masse ist nur unbedeutend größer als die der Erde. Der Fall der Körper auf ihrer Oberfläche endlich beträgt in der ersten Secunde $15,_{87}$ Fuß, also nur $0,_7$ Fuß mehr, als bei uns.

Man sieht aus allem Vorhergehenden, daß die Venus ein unserer Erde nahe verwandter Planet ist, indem die bisher aufgezählten Eigenschaften derselben von denen unserer Erde nur wenig verschieden sind. Doch fehlt es auch nicht an Unähnlichkeiten, wie wir bald näher sehen werden.

§. 54. (Phasen der Venus.) Es ist für sich klar, daß Venus uns eben solche Lichtabwechslungen zeigen muß, wie Merkur, und zwar noch viel auffallendere, weil sie uns oft so viel näher ist. Die Figur 4 kann unverändert auf die Phasen beider Planeten angewendet werden, und was oben in dieser Beziehung von Merkur gesagt worden ist, gilt ebenfalls für Venus. Die Phasen des letzten Planeten bemerkt man schon mit einem sehr mittelmäßigen Fernrohre, daher sie auch Galilei gleich nach der Entdeckung dieses Instruments erkannte, und dadurch einen neuen, Jedermann einleuchtenden Beweis für die Wahrheit des Copernicanischen Weltsystems gab. (I. §. 113.)

§. 55. (Größte Sichtbarkeit der Venus.) Auch Venus entfernt sich nie stark von der Sonne, daher sie nie sehr weit von, sondern nur immer in der Nähe der Sonne gesehen werden kann. In ihrer größten Digression steht sie nahe 48 Grade von derselben östlich oder westlich ab. Allein dieser bedeutenden Entfernung von dem Sonnenlichte ungeachtet leuchtet sie doch

zur Zeit ihrer größten Digression so wenig als Merkur in ihrem stärksten Lichte, weil sie hier noch zu weit von uns entfernt ist. Noch weniger ist dieß der Fall zur Zeit der obern Conjunction, wo sie uns zwar ganz beleuchtet erscheint, wie der Mond im Vollichte, wo sie aber auch zugleich am weitesten von uns absteht. Der Ort ihrer Bahn, wo sie uns in ihrem hellsten Lichte erscheint, so daß man sie selbst mit unbewaffnetem Auge am Mittag sehen kann, liegt zwischen ihrer untern Conjunction und ihrer größten Digression, näher bei der letzten, oder nahe in dem Abstande von 40 Graden von der Sonne oder von dem Orte ihrer untern Conjunction. In derselben Entfernung von der Sonne, aber auf der andern oder obern Seite ihrer Bahn, ist ihr Licht dreimal schwächer, obschon sie uns hier einen viel größeren Theil ihrer beleuchteten Hälfte zeigt, als dort, und ganz in der Nähe der obern Conjunction selbst leuchtet sie noch weniger, obschon sie hier ganz beleuchtet erscheint. Je näher Venus ihrer untern Conjunction kömmt, desto kleiner, desto sichelförmiger wird die Phase, die uns noch Licht von ihr zusendet, desto näher steht uns aber auch der Planet, und desto kräftiger kann sein Licht auf uns wirken. Man sieht, daß es einen Punkt der Bahn geben muß, wo diese Wirkung des Lichtes am größten ist, und daß dieser Punkt weder in die obere Conjunction fallen kann, wo zwar Venus ganz beleuchtet, aber auch am weitesten von uns entfernt ist, — noch auch in die untere Conjunction, wo der Planet zwar am nächsten bei uns steht, wo aber auch sein Licht gänzlich verschwindet, indem er hier nur seine dunkle Hemisphäre zur Erde wendet. Es ist ein interessantes Problem der Astronomie, diesen Ort des stärksten Lichtes der Venus zu bestimmen; die Auflösung desselben ist aber auch mit großen Schwierigkeiten verbunden, wenn man dabei auf alle Verhältnisse gehörig Rücksicht nehmen will. Im Mittel erscheint dieser Planet in seinem schönsten Lichte, wenn er 40 Grade östlich oder westlich von der Sonne entfernt ist, dann beträgt sein scheinbarer Durchmesser, der in der untern Conjunction bis auf 66 Sec. gehen kann, nur etwa 40 Sec., und die größte Breite seiner beleuchteten Phase hat kaum 10 Sec., aber diese schmale Lichtsichel hat, wegen ihrer Nähe bei uns, ein so intensives Licht, daß

sie um Mittag mit freyen Augen gesehen werden, und daß sie in der Abwesenheit der Sonne Schatten werfen kann. In diesem Falle fällt der hellglänzende Stern selbst dem gemeinen Manne auf, besonders wenn diese Zeit in die Abendstunden des Sommers fällt, und von einer günstigen Witterung unterstützt wird. Nach Lambert's Berechnung ist dann das Licht der Venus nur 3000 mal schwächer, als das des Vollmonds, und nahe gleich dem Schein einer Kerze in der Entfernung von 230 Fuß. Als Venus am 21. Julius d. J. 1716 in dieser Lage war, betrachtete der Pöbel von London diese Erscheinung als ein Wunder und als ein drohendes Vorzeichen nahen Unglücks, und i. J. 1750 wurde der nicht minder unwissende Pöbel von Paris durch dieses Phänomen so aufgeregt, daß es nöthig wurde, die Hilfe der Polizei aufzurufen, um dem Tumulte Einhalt zu thun. Und doch ereignet sich dieselbe Sache wenigstens alle acht Jahre einmal in derselben Jahreszeit und unter denselben Verhältnissen.

Die dunkle Seite der Venus ist, besonders zu der Zeit wo der beleuchtete Theil nur wie ein feiner Lichtfaden erscheint, von einem eigenen Lichtschimmer beleuchtet, wie der Mond in den ersten Tagen nach dem Neumonde (I. §. 165). Die Ursache dieser Erscheinung ist uns noch unbekannt, und ist vielleicht in einem eigenen phosphorescirenden Lichte zu suchen, das der Oberfläche dieses und wohl auch noch mehrerer anderer Planeten eigenthümlich ist.

§. 56. (Flecken und Atmosphäre der Venus.) Cassini und Bianchini wollen auf der Venus Flecken, denen unserer Sonne ähnlich, gefunden haben; allein Schröter konnte, seiner sorgfältigen und lang fortgesetzten Beobachtungen ungeachtet, keine dunklen Flecken, sondern nur zuweilen sehr schwache und bald vorübergehende Spuren von grauen, unsern Wolken ähnlichen Stellen sehen. Aber daß dieser Planet mit einer Atmosphäre, die der unsern an Dichtigkeit und Höhe nahe gleich ist, umgeben sey, hat Schröter durch dieselben Beobachtungen außer Zweifel gesetzt. Wenn nämlich unsere Erde keine Atmosphäre hätte, so würden wir auch keine Morgen- oder Abenddämmerung haben, und die

dunklen Schatten der Nacht würden, im Augenblicke des Untergangs der Sonne, unmittelbar auf den hellen Tag folgen. Jetzt aber sendet die Sonne, auch wenn sie schon unter den Horizont gegangen ist, ihre Strahlen noch auf die höher über der Erde stehenden Luftschichten, von welchen sie wieder zu uns zurück gebrochen werden (Vergl. I. §. 188). Es ist klar, daß diese Dämmerung im Allgemeinen desto stärker seyn und desto länger dauern wird, je dichter und je höher die Atmosphäre ist. — Bei unserm Monde nun ist, wie jeder sogleich sieht, der ihn durch ein Fernrohr betrachtet, der helle Theil seiner Oberfläche von dem dunklen scharf getrennt, oder das Licht des einen geht plötzlich und ohne alle Abstufung in die Finsterniß des anderen Theiles über, zum Zeichen, daß er keine Dämmerung, also auch keine Atmosphäre, wenigstens keine beträchtliche und uns merkbare Atmosphäre haben kann. Auch verschwinden die Fixsterne, vor denen der Mond, auf seinem Wege um die Erde, vorbeigeht, in einem beinahe untheilbaren Augenblick, ohne zuerst an Licht allmählig verloren zu haben, und kommen eben so plötzlich auf der andern Seite wieder hervor. Dieß könnte nicht seyn, wenn der Mond eine Atmosphäre hätte, die, ihrer Natur nach, in größerer Nähe bei der Oberfläche dieses Körpers auch dichter und weniger durchsichtiger seyn müßte. — Ganz anders verhält sich dieß bei der Venus. Das sonst blendend weiße Licht dieses Planeten verliert gegen die Nachtseite hin immer mehr von seiner Helle, und geht, nahe bei der Lichtgrenze selbst, in eine mattgraue Farbe über, die sich oft weit über die Lichtgrenze hinaus in die Nachtseite der Venus hineinzieht. Dieß sind die Gegenden, denen eben die Sonne untergegangen ist, oder für die sie eben aufgehen will, und die daher ihre Abend- oder Morgendämmerung haben. Aus der Breite dieses dämmernden Streifens hat Schröter den Schluß gezogen, daß die Refraction (I. §. 186) an dem Horizonte der Venus nahe einen halben Grad beträgt, nahe so wie die Refraction, die wir auf unserer Erde beobachten. Auch verschwinden die Fixsterne, vor welchen dieser Planet vorbeigeht, nicht plötzlich an seinem Rande, sondern sie werden vielmehr immer schwächer, je näher sie seinem Rande kommen, oder je tiefer sie in die untern

und daher dichtern Schichten der Atmosphäre dieses Planeten eintreten. Dadurch wird nicht bloß die Existenz der Atmosphäre der Venus, sondern auch ihre Aehnlichkeit mit derjenigen der Erde bewiesen, wenigstens in Beziehung auf ihre Dichte und Höhe, nicht aber in Rücksicht auf ihre andern Eigenschaften, die vielleicht mit denen unserer Luft nichts gemein haben. So haben wir zwar oben von Wolken gesprochen, die Schröter zuweilen über der Oberfläche der Venus gesehen hat, allein diese grauen Flecken sind so matt und lichtschwach, daß sie mehr leichten Dünsten oder Nebeln, als eigentlichen Wolken gleichen, und sie gehören überdieß zu den sehr seltenen Erscheinungen. Die Bewohner dieses Planeten scheinen daher eine viel reinere Luft, einen viel heiterern Himmel zu haben, als wir, und da es ihm an so starken Ausdünstungen fehlt, wie bei uns die Seen und Meere erzeugen, so mag es dort wohl auch an solchen großen Wasserbehältern fehlen und überhaupt alles in dem Zustande der Trockenheit oder der Krystallisation seyn, den wir ebenfalls auf unserm Monde bemerken.

§. 57. (Berge auf der Venus.) Die so eben erwähnte Lichtgrenze der Venus ist nicht nur, in Beziehung auf ihr Licht, allmählig an Helligkeit abnehmend, sondern sie ist auch, so wie wir dieß sehr deutlich bei unserm Monde bemerken, nicht regelmäßig in ihrer Krümmung fortgehend, sondern vielmehr häufig gebrochen und gleichsam ausgezackt. Besonders auffallend sieht man dieß an den beiden Enden der Lichtgrenze, an den sogenannten Hörnern derselben, die bald viel zu tief in die dunkle Seite hineintreten, bald wieder sich zurückziehen, bald abgestumpft, bald wieder sehr zugespitzt erscheinen. Dieß scheint auf hohe Berge und tiefe Thäler zu deuten, durch welche der regelmäßige Zug der Lichtgrenze, unterbrochen wird. Diese Vermuthung wird vollkommen bestätigt durch die vielen isolirten, lichten Punkte, die man in der Nachtseite, oft in einer beträchtlichen Entfernung von der Lichtgrenze, erblickt, und die nichts anders seyn können, als hohe Berge, deren Gipfel von der untergehenden Sonne noch beschienen werden, wenn ihr Fuß bereits tief in die Schatten der Nacht herabgesunken ist. Man sieht leicht, daß eben diese Entfernung der Lichtpunkte von

der Schattengrenze ein Mittel gibt, die Höhe dieser Berge zu messen, da die Gipfel der höhern Berge offenbar früher vor dem Aufgange, oder später nach dem Untergange der Sonne von ihr beleuchtet seyn werden, als die kleineren. Schröter, der diesen Gegenstand mit besonderem Eifer verfolgte, fand, daß Venus überhaupt sehr gebirgig ist, und daß viele dieser Berge eine Höhe haben, gegen welche die höchsten Berge unserer Erde nur wie Zwerge erscheinen. Er fand Berge, die bis zu einer Höhe von sechs Meilen heransteigen, und die daher sechsmal höher sind, als der Chimborasso oder der Dhawalagiri. Auch hier, wie bei andern Planeten, wie selbst bei der Erde, findet man die größten und höchsten Gebirge in der südlichen Hemisphäre, wovon wir die Ursache noch nicht angeben können. Es ist möglich, daß Süd und Nord nicht bloß eine mathematische Unterscheidung sind, und daß damit eine allgemeine, durch unser ganzes System wirkende Kraft im Zusammenhange stehe, wie wir diese z. B. schon bei unserm Magnetismus bemerken.

§. 58. (Rotation der Venus.) So lange man diese Berge der Venus nicht kannte, war es schwer, die Rotation derselben zu bestimmen, da sie, wie bereits gesagt, nur sehr wenige, veränderliche und nicht ausgezeichnete Flecken hat. Dominic Cassini, der Stammvater jener astronomischen Familie, die bis in ihr viertes Glied der Sternwarte in Paris vorstand, hatte bei dieser Bestimmung über viele Hindernisse zu klagen, da ihm doch die Beobachtung der Rotation von Mars und Jupiter sehr gut gelungen war. Nur mit großer Mühe setzte er die Umdrehungszeit der Venus auf $23,_3$ unserer Stunden fest. Bianchini aber, der ebenfalls mit für seine Zeit sehr vorzüglichen Fernröhren versehen war, fand sie etwa 60 Jahre später gleich $24,_1$ Stunden. Schröter der diese Planeten über zwanzig Jahre mit Eifer beobachtete, fand mit Hülfe seiner 7- und 27füßigen Herschel'schen Telescope, diese Umdrehungszeit der Venus gleich 23 St. 21 Min., also nahe so, wie schon D. Cassini im Jahre 1666. Schröter benutzte dazu besonders die bereits oben erwähnten periodischen Veränderungen ihrer Hörnerspitzen. Man findet diese und die übrigen Beobachtungen Schröters in seinen „Aphroditogra-

phischen Fragmenten, Helmstädt 1746 und in Bodes Berl. Jahrbüchern 1793, 1796 und 1803.

§. 59. (Tages- und Jahreszeiten auf der Venus.) Der Tag der Venus ist also in Beziehung auf seine Länge von dem unserer Erde nur unbedeutend verschieden, so daß also auch die Tageszeiten auf beiden Planeten nahe dieselben seyn werden. Allein ganz anders müssen sich die Jahrszeiten verhalten, wenn es anders gegründet ist, daß die Axe, um welche Venus täglich um sich selbst rotirt, gegen die Axe ihrer jährlichen Bahn um die Sonne nahe um 72 Grade geneigt ist, daß also das, was man ihre Schiefe der Ecliptik nennen könnte, mehr als dreimal größer ist, als bei der Erde, wo sie (I. §. 48.) nur 23° 28′ beträgt. Man wird sich aus dem VII. Capitel des ersten Buches erinnern, daß die Jahreszeiten durch diese Schiefe der Ecliptik bestimmt werden und wir haben bereits dort (I. §. 91.) die Folgen aus einander gesetzt, welche eine viel größere Schiefe der Ecliptik auf die Temperatur und auf den Wechsel der Jahreszeiten der Erde haben würde. Dieß läßt sich nun unmittelbar auf die Venus anwenden. Wenn der Aequator dieses Planeten gegen die Bahn desselben in der That um volle 72 Grade geneigt ist, (was aber noch einer genaueren Bestätigung bedarf, da Schröter sich nie bestimmt darüber ausgesprochen hat), so würde die heiße Zone, deren Bewohner die Sonne noch in ihrem Scheitel sehen können, sich in einer Breite von 144 Graden um diesen Planeten erstrecken, während die Breite dieses Gürtels auf der Erde nur 47 Grade beträgt. Nennt man aber kalte Zone diejenigen Theile eines Planeten, für welchen die Sonne mehrere Tage im Jahre nicht auf- oder nicht untergeht, so würde man von dieser heißen Zone die beiden äußeren Theile, deren jeder eine Breite von 54 Graden hätte, auch zugleich zur kalten Zone rechnen müssen. Man würde also in jeder Hemisphäre eine heiße Zone haben, die von dem Aequator bis zu dem 18ten Grade der nördlichen oder südlichen Breite geht, und in welcher die Sonne durch das ganze Jahr täglich auf- und untergeht. Die kalte Zone aber würde um jeden der beiden Pole herum liegen und sich von ihnen ebenfalls 18 Grade gegen den Aequator hin erstrecken, und in

dieser Zone würde man die Sonne nie im Scheitel sehen. Die gemäßigte Zone aber, die zwischen jenen beiden in der Mitte liegt und eine Breite von 54 Graden hat, würde einen Theil des Jahres hindurch die Sonne gar nicht sehen, wie in der irdischen kalten Zone, und einen andern Theil des Jahres würde sie wieder die Sonne in ihrem Zenithe haben, wie in unserer heißen Zone, so daß also die sogenannte gemäßigte Zone der Venus aus der heißen und kalten gleichsam zusammengesetzt seyn würde. Die Folge davon wird seyn, daß die ganze Oberfläche der Venus, nur die beiden kleinen kalten Zonen ausgenommen, die Sonnenstrahlen zuweilen in senkrechter Richtung erhalten wird. Die Bewohner der Grenze der beiden kalten Zonen werden in ihrem Sommer die Sonne im Mittage sehr nahe bei ihrem Zenithe sehen, ja selbst für die Bewohner der beiden Pole wird sie sich noch bis auf eine Höhe von 72 Graden erheben, wie dieß bei uns für das südliche Spanien und Griechenland der Fall ist. Diese Polarbewohner werden an ihren längsten Tagen, wo ihnen die Sonne nicht untergeht, im Augenblicke der Mitternacht diese Sonne noch in einer Höhe von 54 Graden, also in derselben Höhe sehen, in welcher bei uns die Bewohner von Petersburg die Sonne im Mittage ihres längsten Tages erblicken. Die von dem Aequator über 18 Grade entfernten, noch in der heißen Zone liegenden Länder werden einen Theil des Jahres durch von den senkrechten Strahlen der Sonne verbrannt, und zu einer andern Zeit wieder von Wochen langen Nächten abgekühlt und alles Sonnenlichtes gänzlich beraubt werden. Die Bewohner dieses Planeten werden daher mit sehr schroffen Abwechslungen ihrer Jahreszeiten zu kämpfen haben, die übrigens dadurch einigermaßen gemildert werden mögen, daß sie, wegen der kurzen Umlaufszeit der Venus um die Sonne, nur etwa halb so lange dauern, als die Jahreszeiten der Erde.

§. 60. (Anblick des Himmels von der Venus.) Wenn wir uns durch diese Verhältnisse etwas eingeengt fühlen müßten, so würden wir uns, auf diesen Planeten versetzt, durch andere Genüsse vielleicht wieder entschädigt finden, vorausgesetzt, daß unsere Organisation eine solche Veränderung unseres Wohnortes ertragen

könnte. Welche Aussicht würden wir z. B. von den Gipfeln der sechs Meilen hohen Berge der Venus genießen. Von Wien würden wir mit einem Fernrohr bis Hamburg, Paris und Neapel sehen, und eine Kreisfläche der Erde von mehr als hundert Meilen überschauen können. Lange nach dem Untergange der Sonne würden wir noch die Gipfel der benachbarten Gebirge von ihren Strahlen vergoldet sehen, und die Schönheit dieses Schauspiels würde noch erhöht werden durch die reinere klarere Atmosphäre, in der wir beinahe keine matte Wolke erblicken, und in der trübe oder regnige Tage zu den größten Seltenheiten gehören. Und welchen Anblick mag bei dieser stets heitern Luft der gestirnte Himmel gewähren, wo alle Sterne und Planeten in hellem Lichte strahlen, wo die Sonne in ihrer Oberfläche viermal größer, als bei uns, erscheint, und ein zweimal stärkeres Licht, als unsere Mittagssonne, verbreitet. Unsere Erde selbst erscheint den Bewohnern der Venus zur Zeit ihrer größten Nähe, in der untern Conjunction, neunmal größer als uns die Venus, und in ganz vollem Lichte, in einem neunmal stärkern Lichte, als Venus in ihrem schönsten Glanze der Erde zusendet.

§. 61. (Venusmond.) Man hat in frühern Zeiten von einem Monde gesprochen, der die Venus auf ihrem Weg um die Sonne begleiten soll. Fontana will ihn i. J. 1645, Dom. Cassini 1672 und wieder 1686, und Schort in England i. J. 1740 gesehen haben, auch Montaigne, Horrebow und Andere sprechen von ihren Beobachtungen dieses Trabanten. Da man ihn aber seitdem bei den beiden Durchgängen der Venus vor der Sonnenscheibe, in den Jahren 1761 und 1769, wo er doch besonders sichtbar seyn sollte, nicht gesehen wurde, und da überhaupt alle weitern Bemühungen der Astronomen, ihn aufzufinden, fruchtlos gewesen sind, so scheinen die angeführten Wahrnehmungen auf einer optischen Täuschung zu beruhen. Das Licht der Venus ist so stark, daß die polirten Gläser der Fernröhre zuweilen eine Spiegelung desselben verursachen können, wo man dann ein zweites schwächeres Bild des Planeten erblickt, das man leicht für einen Satelliten desselben zu halten veranlaßt werden kann. Auch Wargentin in Stockholm sah einmal bei diesem Planeten eine ähnliche Erscheinung, aber als er,

sich vor Täuschung zu sichern, das Fernrohr um seine eigene Axe drehte, bewegte sich auch der vermeinte Mond mit um den Planeten im Mittelpunkte des Fernrohrs, ganz eben so, wie sich ein Flecken auf dem Glase des Instruments gedreht haben würde. Indeß war Lambert in Berlin von der Wahrheit jener Beobachtungen so überzeugt, daß er aus den Angaben jener Astronomen die Elemente dieses Venusmondes zu bestimmen suchte (M. s. Bodes astr. Jahrb. 1777). Er fand aus diesen Elementen, daß der Satellit, seiner großen Breite wegen, bei den Durchgängen der Venus von 1761 und 1769 auf der Sonnenscheibe nicht sichtbar seyn konnte, daß er aber bei der damals nahe bevorstehenden Conjunction am 1. Junius 1777 sich auf der Sonne projiciren würde; allein die Astronomen haben ihn auch zu dieser Zeit vergebens gesucht, und man ist jetzt der beinahe allgemeinen Meinung, daß ein solcher Satellit der Venus nicht existire *). Es scheint

---

*) K. Friedrich II. wollte diesen Mond der Venus, zu Ehren seines gelehrten Freundes, d'Alembert genannt wissen. Allein dieser zog sich vor dieser königlichen Gunstbezeugung mit den Worten zurück: „Je ne suis ni assez grand pour devenir au ciel le satellite de Venus, ni assez jeun, pour l'être sur la terre, et je me trouve trop bien du peu de place, que je tiens de ce bas monde, pour en ambitionner une au firmament. — Diese Sucht, den Gestirnen die Namen merkwürdiger Personen zu geben, war in frühern Zeiten sehr groß, und ging zuweilen in das Lächerliche über. Galilei nannte die von ihm entdeckten Satelliten Jupiters die Mediceischen Gestirne, zu Ehren der damals in Florenz regierenden Familie der Medici. Der Jesuit Schiller hat sogar den ganzen gestirnten Himmel umgetauft, und die seit Jahrtausenden eingeführten Namen der Sternbilder in die Heiligennamen seines Kalenders verwandelt, wie man in s. Stellatum Coelum Christianum v. J. 1627 sehen kann. Am weitesten hat man diese Sache bei dem Monde getrieben. Der berühmte Bürgermeister Hevel in Danzig, der uns i. J. 1647 die ersten guten Mondkarten gab, legte den vielen Flecken desselben die Namen unserer Gebirge, Länder und Meere bei. Ein späterer Astronom in Spanien fand diese Benennungen sehr unpassend und substituirte ihnen dafür die Heiligennamen seines Kalenders. So wurde statt der Appeninen der h. Michael mit seinem flammenden Schwerte, statt des ägäischen Meeres mit seinen vielen Inseln, die h. Ursula mit ihren 10,000 Jungfrauen, statt Spanien der blinde

mit ihm zu gehen, wie es mit den dreißig Satelliten der Sonne gegangen ist, die das Dictionnaire de Trévoux ankündigte, und die bald darauf für bloße Sonnenflecken erkannt worden sind,

---

Tobias u. dgl. gesetzt. Allein bald darauf kam der bekannte Jesuit Riccioli, der sich sehr viel mit dem Monde und überhaupt mit der ganzen Astronomie beschäftigte, ohne dadurch diese Wissenschaft eben viel weiter zu bringen; dieser fand wieder jene Heiligennamen unpassend, und führte dafür die Namen berühmter Astronomen und anderer Gelehrten ein, unter welchen er sich, wahrscheinlich aus bloßer Bescheidenheit, die oberste Stelle vorbehielt. Auf diese Weise mußte der h. Athanasius dem alten Plato; die h. Margareth dem Ptolemäus, der h. Anton der Einsiedler dem jüngeren Plinius, und die h. Genovefa dem ketzerischen Galilei ihren Platz abtreten, und nur die h. Katharina blieb, aus besonderer Anhänglichkeit Riccioli's an eine Frau dieses Namens, ungekränkt an ihrer Stelle. Indeß, das Unternehmen Ricciolis war vom Glücke begünstigt, und wir sehen noch in unsern Tagen auf dem Monde, oder wenigstens auf unsern Karten von dem Monde, zwar noch viele Seen und Meere aus den guten Zeiten des alten Hevel, aber wir sehen auch hier diesen Hevel selbst mit Grimaldi, dort den König Alphons von Castilien mit Ptolemäus, und an einem dritten Orte sogar den alten Aristipp aus Cyrene mit Herrn Cassini aus Paris, friedlich und Arm in Arm miteinander spatzieren gehen, ja selbst Riccioli glänzt noch in seiner früheren Glorie ganz auf dem obersten Punkte des Mondrandes. — Uebrigens verstanden sich selbst die alten Römer schon auf diese, wie es scheint, sehr leichten Künste, und sie wußten sich dieselben sogar noch etwas bequemer zu machen. Nachdem sie ihren Imperatoren, sie mochten es verdienen oder nicht, Tempel und Altäre, Statuen und Triumphbogen ohne Zahl gewidmet, und diese Apotheosen den Reiz der Neuheit verloren hatten, mußte das erste Volk der Erde seiner Kriecherei auf eine andere Weise aufzuhelfen suchen. Allein die römischen Senatoren waren keine Weltumsegler, um die von ihnen entdeckten Länder mit den Namen ihrer Beherrscher zu beehren; sie waren auch keine Astronomen, um für sie neue Sternbilder an dem Himmel aufzusuchen, und eben so wenig konnten sie die Länder und Meere des Mondes an sie verschenken, da sie dieselben noch gar nicht kannten. Sie wählten sich daher die Plünderung oder vielmehr die Verstümmlung ihres ohnehin sehr schlechten Kalenders, zu welchem Geschäfte sie weder vorzüglicher Instrumente, noch besonderer Kenntnisse, an denen es ihnen fehlte, sondern nur ein gutes Maaß von kriechender Schmeichelei bedurften, an der sie Ueberfluß hatten. So erhielt, durch einen förmlichen Senats-

oder wie mit dem neuen Planeten, weit jenseits des Uranus, der seiner entsetzlichen Größe wegen Herkules genannt wurde. Man hatte ihn nebst den bereits an ihm angestellten Beobachtungen, und selbst mit den aus ihnen abgeleiteten Elementen der Bahn in den öffentlichen Blättern angezeigt, und der neue, wunderbare Himmelskörper war eben daran, die Aufmerksamkeit nicht bloß des großen Haufens an sich zu ziehen, als einige Wochen nach jener Publikation in denselben Blättern der Widerruf jener Anzeige erschien, und die ganze Sache als eine Mystification dargestellt wurde, mit der ein müßiger Kopf eine Menge anderer unterhalten wollte.

§. 62. (Wichtigkeit der Durchgänge der Venus vor der Sonne.) Wir haben bereits im zweiten Kapitel von den Vorübergängen Merkurs vor der Sonnenscheibe gesprochen. Ganz ähnliche Erscheinungen bietet uns auch die Venus dar, da ihre Bahn, als die eines untern Planeten, von der Erdbahn eingeschlossen wird und daher dieser Planet selbst zuweilen zwischen Sonne und Erde treten muß.

Diese Durchgänge der Venus sind in der neueren Astronomie

---

beschluß der Monat Julius und Augustus, den beiden ersten Imperatoren zu Ehren, ihren noch heute gebräuchlichen Namen, da sie früher Quinctilis und Sextilis hießen. Da aber die feine Courtoisie dieser Höflinge befürchtete, daß Augustus es übel nehmen könnte, wenn sein Monat, wie es bei dem Sextilis der Fall war, nur 30 Tage hätte, da doch der dem J. Cäsar früher gewidmete Monat Julius 31 Tage zählte, so wurde durch einen zweiten Senatconsult beschlossen, dem Februar, der ohnehin nur 29 Tage hatte, noch einen Tag zu rauben, und ihn dafür dem Augustus beizulegen. Auf dieselbe feierliche Weise erhielt später der Monat April den Beinamen des Ungeheuers Nero, und der Monat Mai den des Claudius, ja Domitian, der aus zu großer Bescheidenheit nicht erst die Decrete seines knechtischen Senats abwarten wollte, geruhte höchstselbst, und zwar unter Androhung der Todesstrafe, zu befehlen, den Monat October künftighin, und für immerwährende Zeiten Domitianus zu nennen. Allein alle diese Thorheiten überlebten ihre Urheber nicht, und selbst Augustus mußte es sich gefallen lassen, sein Ehrendenkmal später an den elenden Commodus abzutreten.

von besonderer Wichtigkeit, daher wir uns auch hier etwas länger bei ihnen aufhalten wollen. Sie geben uns nämlich bei weitem das beste und sicherste Mittel, die Entfernung der Sonne von der Erde, oder was dasselbe ist, die halbe große Axe der Erdbahn zu bestimmen. Diese Halb-Axe ist aber das große Maaß, und gleichsam die Elle, mit welcher die Astronomen das ganze Planetensystem ausmessen, und überhaupt alle Entfernungen im Weltraume bestimmen, daher die genaue Kenntniß derselben in so hohem Grade nothwendig ist. Dieses Maaß hängt aber nicht bloß von der Willkühr der Astronomen ab, wie wohl sonst die Einheit aller unserer andern Maaße, sondern sie wird uns gleichsam von der Natur selbst aufgedrängt. Nach dem dritten Keplerschen Gesetze (I. S. 288) nämlich verhalten sich die Quadrate der Umlaufszeiten der Planeten wie die Würfel der großen Halb-Axen ihrer Bahnen. Diese Umlaufszeiten sind aber, wie bereits oben (I. S. 258) gesagt wurde, der Art, daß sie sich mit der größten Genauigkeit bestimmen lassen. Mit derselben Schärfe wird man also auch jene Halb-Axen, d. h. die mittleren Entfernungen von der Sonne für alle Planeten bestimmen können, wenn man nur einmal eine einzige dieser Entfernungen, wenn man z. B. die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne kennt. Und eben dazu werden uns die Durchgänge der Venus, und zwar mit einer Sicherheit verhelfen, die wir von keiner unserer anderen astronomischen Beobachtungen, welcher Art diese auch seyn mögen, erwarten können. Ja selbst über die Größe dieser Planeten und über die der Sonne selbst müssen wir so lange in völliger Ungewißheit bleiben, als wir die Entfernung derselben von uns nicht näher kennen. Denn unsere Beobachtungen geben uns nichts, als die scheinbare Größe dieser Himmelskörper, d. h. nichts, als den bloßen Winkel, unter welchem uns der wahre Durchmesser derselben erscheint. Dieser Winkel kann aber immer derselbe bleiben, wenn auch der wahre Durchmesser vielmahl größer aber zugleich weiter von uns entfernt würde, oder umgekehrt, so daß man aus dem bloßen Winkel, unter welchem uns ein Gegenstand erscheint, nichts, weder über seine wahre Größe, noch über seine Entfernung von uns, ausmachen kann. Von diesen drei Dingen, wahrer und scheinbarer Durchmesser und Entfernung von

uns, müssen nämlich, der Natur der Sache nach, immer zwei gegeben seyn, um daraus das Dritte zu finden.

§. 63. (Wann diese Durchgänge statt haben.) Eigentlich sollte in jeder synodischen Revolution (I. S. 256) der Venus, d. h. in je 583,921 Tagen ein Durchgang dieses Planeten vor der Sonnenscheibe erfolgen, weil er in dieser Zeit einmal zwischen uns und der Sonne durchgehen muß. Allein da die Neigung der Bahn der Venus gegen die Ecliptik über drei Grade, der Halbmesser der Sonne aber nur einen halben Grad beträgt, so wird es oft geschehen, daß dieser Planet zur Zeit seiner untern Conjunction, wo er zwischen uns und der Sonne ist, zu hoch über, oder auch zu tief unter der Sonne steht, und daher von uns nicht auf der Sonne selbst gesehen werden kann.

Offenbar kann sie zu dieser Zeit nur dann in der Sonne erscheinen, wenn die von der Erde gesehene Breite (I. S. 249) nicht größer ist, als die Summe der Halbmesser der Sonne und des Planeten, d. h. also nicht größer als 990 Secunden, da der Halbmesser der Sonne im Mittel 961, und der der Venus in der untern Conjunction 29 Secunden beträgt. Venus muß daher zu dieser Zeit in der Nähe eines ihrer Knoten (I. S. 247) seyn, und sie darf, wie man durch Rechnung zeigen kann, höchstens um $1^{\circ}50'$ von diesem Knoten abstehen, wenn ein Durchgang statt haben soll. Bei Merkur ist dieser äußerste Abstand vom Knoten $3^{\circ}28'$, also viel größer, und dieß ist die Ursache, warum die Durchgänge Merkurs viel häufiger sind, als die der Venus.

Diese Durchgänge der Venus fallen seit dem Anfange des 17ten Jahrhunderts immer entweder in die erste Hälfte des Junius oder des Dezembers, und dieß wird bis zu dem Jahre 3000 unserer Zeitrechnung so fortgehen, so daß immer zwei nächstfolgende Durchgänge in den Junius und die zwei auf diese kommenden in den Dezember fallen. Fängt man mit einem solchen Durchgange an, der der erste von den beiden in den Junius fallenden ist, wie dieß z. B. mit dem des Jahres 1761 der Fall war, so kommen die anderen Durchgänge nach der Reihe in 8, $105\frac{1}{2}$, 8, $121\frac{1}{2}$ Jahren, nach welchen sich dieselben Perioden von 8, $105\frac{1}{2}$ u. s. w. immer wiederholen. Diese Bemerkung gibt

ein einfaches Mittel, die Zeiten aller folgenden Durchgänge zu finden, wenn man einmal einen derselben kennt. Die unten folgende Tafel gibt dieselben für mehrere Jahrhunderte mit aller hier wünschenswerthen Genauigkeit an.

§. 64. (Die ersten beobachteten Durchgänge der Venus.) Kepler war es, der diese Erscheinungen mit Hülfe seiner neuen Planetentafeln, die er dem Kaiser Rudolph II. zu Ehren die Rudolphinischen nannte, zuerst ankündigte, und die Astronomen auf diese wichtigen Beobachtungen aufmerksam machte. Ohne diese Vorausberechnungen würde man sie nicht gut haben beobachten können, da man den Augenblick nicht weiß, wann sie statt haben. Aus dieser Ursache sind auch alle früheren Erscheinungen dieser Art verloren gegangen. Man würde sie aber wahrscheinlich auch mit diesen Vorausbestimmungen nicht beobachtet haben, da wohl nur wenige Augen so scharf sind, um die Venus selbst zu einer Zeit, wo ihr Durchmesser am größten ist, und 58 Sec. beträgt, ohne Fernrohr in der Sonne sehen zu können. Schon Gassendi hat sich durch Erfahrung überzeugt, daß keiner seiner Freunde einen schwarzen runden Flecken in der Sonne mit freien Augen sehen konnte, obschon der Durchmesser derselben 80 Sec. betrug. — Die beiden Durchgänge der Venus, die Kepler i. J. 1627 auf diese Weise ankündigte, waren die der Jahre 1631 und 1761, von welchen der erste auf den 6. Dezember und der andere auf den 5. Junius von ihm berechnet wurden. Beide hatten auch in der That statt, und zwar der erste nur wenige Tage nach seinem Tode, da Kepler am 15. Nov. 1631 starb. Einen andern zwischen jene beiden fallenden Durchgang, der am 4. Dezember 1639 eintrat, hatte Kepler übersehen. Halley, welcher der erste die Wichtigkeit dieser Erscheinungen eingesehen und auch bekannt gemacht hatte, berechnete die 17 nächstfolgenden Durchgänge der Venus bis zu dem Jahre 2117 voraus, und theilte sie den Astronomen in den Philos. Transact. von 1691 und 1716 mit.

Eben dieser von Kepler in seiner Rechnung übersehene Durchgang des Jahres 1639 war der erste, der je von einem Astronomen beobachtet worden ist. Horrox in England berechnete einige Zeit zuvor eine astronomische Ephemeride, aber nach den Tafeln

von Lansberg, die zwar viel weniger genau waren, als die Rudolphinischen Tafeln, die aber doch zufällig einen Durchgang der Venus für den 4. Dezember 1639 anzeigten, während die Keplerschen Tafeln keinen gaben. Da er in die ersten Tafeln ein besonderes Vertrauen setzte, so schickte er sich zu der Beobachtung an, und er sah in der That durch nahe eine halbe Stunde die Venus in der Sonne, so wie auch sein Freund Crabtree, der nur wenige Meilen von ihm wohnte, und den er von dem Ereignisse benachrichtigt hatte. Allein diese Beobachtung hatte keine Folgen für die Wissenschaft, da sie, wie wir bald sehen werden, an zwei sehr weit von einander entlegenen Orten zugleich gemacht werden muß.

§. 65. (Durchgang von 1761.) Da Halley erst i. J. 1677 bei Gelegenheit seiner Beobachtung eines Merkurdurchganges, die er auf der später durch ein anderes Ereigniß berühmt gewordenen Insel St. Helena angestellt hatte, auf die Wichtigkeit dieser Erscheinungen aufmerksam geworden war, so mußte man bis zu dem nächst folgenden Durchgange der Venus, am 5. Junius 1761, warten. Die Astronomen bereiteten sich zu dieser Beobachtung auf das eifrigste vor, und mehrere von ihnen reisten in sehr entfernte Gegenden, um ihren Zweck besser zu erreichen. Man findet die Geschichte dieser Vorbereitungen in den Mem. de l'Acad. de Paris 1757, 1761 und 1781. Die vorzüglichsten Beobachtungen dieses Durchganges sind die von Mason am Vorgebirge der guten Hoffnung, von Bergmann in Upsala, von Planmann zu Cajaneburg in Finnland, und die zu Stockholm und Tobolsk angestellten. Die Berechnungen dieser Beobachtungen geben die Horizontalparallaxe der Sonne (I. §. 61) für ihre mittlere Entfernung von der Erde zwischen 8 und 9 Secunden. Wie man aber daraus diese Entfernung der Sonne selbst, die der eigentliche Hauptzweck dieser Beobachtungen ist, abzuleiten hat, wurde bereits oben (I. §. 63) gesagt. Wendet man die dort gegebenen Vorschriften auf diese beiden Zahlen an, so findet man für die mittlere Entfernung der Mittelpunkte der Sonne und der Erde entweder 25783 oder 22918 Halbmesser der Erde, je nachdem man die Parallaxe der Sonne zu 8 oder zu 9 Secunden annimmt. Die Differenz dieser beiden Resultate ist 2865 Erdhalbmesser, also nahe $2^1/_2$ Millionen Meilen, oder

beinahe der neunte Theil des Ganzen, so daß man daher durch diese Beobachtungen die wahre Entfernung der Sonne noch nicht bis auf ihren zehnten Theil genau kennen gelernt hatte.

§. 66. (Frühere Versuche, die Horizontal-Parallaxe der Sonne zu finden.) So groß diese Ungewißheit auch scheinen mag, so ist sie doch in viel engere Grenzen eingeschlossen, als alle früheren Bestimmungen, die man zu diesem Zwecke erhalten hatte. Vor Hipparch hatte man von dieser Entfernung der Sonne nicht einmal eine nur etwas gegründete Muthmaßung. Pythagoras nahm die Entfernung der Sonne nur dreimal größer, als die des Mondes an, da sie doch über vierhundertmal größer ist. Aristarch von Samos war der erste, der gegen d. J. 260 vor dem Anfange unserer Zeitrechnung diese Entfernung durch eine eigene Beobachtung zu bestimmen suchte, die wir oben (I. §. 169) näher angegeben haben. Er fand die Parallaxe der Sonne gleich drei Minuten, also wenigstens achtzehnmal zu groß. So fehlerhaft auch diese Bestimmung war, so konnte man doch bis zu dem Anfange des siebenzehnten Jahrhunderts nichts Besseres finden. Posidonius, der zwei Jahrhunderte nach Ch. G. lebte, nahm diese Distanz der Sonne gleich 13150 Erdhalbmesser an, also nur nahe um die Hälfte zu klein, aber diese Annahme gründete sich auf keine eigentliche Beobachtung, sondern bloß auf eine Meinung, wie etwa die des ältern Plinius, der die Sonne zwölfmal weiter setzt, als den Mond, weil jene zwölf, und dieser nur einen Monat braucht, seine Revolution um die Erde zurückzulegen. Riccioli (gest. 1671) fand aus einer großen Anzahl von ihm nach Art des Aristarch angestellter Beobachtungen die Parallaxe der Sonne 28 bis 30 Secunden. Ptolemäus im Gegentheile benutzte eine von Hipparch vorgeschlagene Methode, die Sonnenfinsternisse zu diesem Zwecke zu gebrauchen, die wohl sehr sinnreich, aber hier nicht mit Sicherheit anwendbar ist, weil der Unterschied zwischen den Entfernungen der Sonne und des Mondes von der Erde viel zu groß ist. Auch fand Ptolemäus für die Parallaxe der Sonne das sehr fehlerhafte Resultat von 2 Min. 50 Sec. Auch der große Observator Tycho Brahe (gest. 1601) hatte noch sehr unrichtige Begriffe von diesem Gegenstande. Er setzte die Distanz der Sonne gleich 1142 Erd-

halbmesser voraus und wollte aus den Beobachtungen der Mondfinsternisse den Schluß ziehen, daß die Parallaxe der Sonne nicht kleiner als drei Minuten seyn könne. Kepler (gest. 1630) bemerkte mit seinem gewöhnlichen Scharfsinne, daß die Parallaxe des Mars zur Zeit seiner Opposition, wie dieß aus Tycho's Beobachtungen folge, unmerklich ist, und daß also dasselbe in einem noch viel höhern Grade von der Sonne gelten müsse. Mit den Instrumenten jener Zeit war es schwer, sich der Größe eines Winkels bis auf eine und selbst bis auf zwei Minuten zu versichern. Indeß nahm Kepler die Sonnenparallaxe gleich einer Minute, also noch immer über siebenmal zu groß an.

Der erste, der uns eine der Wahrheit genäherte Kenntniß der Sonnenparallaxe gab, ist Dom. Cassini. Auf seinen Vorschlag wurde Richer von der Pariser Academie nach Cayenne geschickt, um dort die mittägige Höhe des Mars zu beobachten, während dieselben Höhen in Paris von Picard und Römer beobachtet wurden. Cassini schloß daraus die Parallaxe des Mars gleich 25 $^1/_2$ Sec., und dadurch war, mittels des dritten Gesetzes von Kepler, die der Sonne gleich 9 $^1/_2$ Sec. gegeben, woraus also die Entfernung der Sonne von der Erde gleich 21712 Erd-Halbmessern folgte. Diese Beobachtungen wurden im September des Jahrs 1671 angestellt. In den folgenden Jahren setzte Cassini diese Untersuchungen auf einem anderen Wege fort, indem er die Differenz der Rectascensionen des Mars mit benachbarten Fixsternen sechs Stunden vor, und sechs Stunden nach seiner Culmination verglich, eine Methode, die bereits oben (I. S. 151) näher angegeben worden ist. Cassini fand durch diese zweiten Beobachtungen das erste Resultat im Allgemeinen bestätiget. Noch besser eignet sich zu diesen Bestimmungen die Venus, da sie uns in ihren unteren Conjunctionen noch beträchtlich näher kommt, als Mars. Allein es ist schwer, die Mittagshöhen der Venus zu dieser Zeit zu beobachten oder auch ihre Lage gegen benachbarte Fixsterne zu bestimmen, da ihre Lichtphase sehr klein ist. Maraldi, Bianchini und Lacaille beschäftigten sich anhaltend damit und Letzterer fand aus seinen Beobachtungen, die er i. J. 1751 am Vorgebirge der guten Hoffnung angestellt hatte, die Sonnenparallaxe gleich 10 $^1/_4$.

Secunden, aber da beide Beobachtungsarten ihren Naturen nach keiner sehr großen Genauigkeit fähig sind, besonders für die noch unvollkommenen Instrumente jener Zeit, so wurde es wohl sehr wahrscheinlich gemacht, daß die Parallaxe der Sonne nahe 9 Secunden betrage, aber die Astronomen mußten noch immer wünschenswerth finden, eine andere, genauere Methode zu besitzen, um sich von der wahren Größe dieses wichtigen Planeten vollkommen zu versichern.

Der Venusdurchgang des Jahres 1761 hatte ein Mittel, diesen Zweck zu erreichen, dargeboten. Allein man sah bald, daß der Durchgang dieses Jahres mit mehreren ungünstigen Verhältnissen verbunden war, und daß man sich daher zufrieden stellen mußte, wenigstens eine Bestätigung der von Cassini aufgestellten Parallaxe gefunden zu haben, obschon man sie, wie man doch anfangs gehofft hatte, nicht genauer bestimmen oder in engere Gränzen einschließen konnte.

§. 67. (Durchgang von 1769.) Unter diesen Umständen erwartete man mit Ungeduld den nächstfolgenden Durchgang der Venus, am 3 Junius 1769, von dem man sich durch Rechnung voraus versichert hatte, daß er viel günstigere Verhältnisse zur Bestimmung der Sonnenparallaxe bieten würde, wenn die Beobachtungen in den zu diesem Zwecke angemessensten Orten der Erde angestellt werden sollten. Die dazu geeignetsten waren das Südmeer, Californien und die nördlichsten Gegenden von Europa sowohl als auch von Asien.

Die Monarchen aller gebildeten Nationen Europa's bemühten sich, ihre Astronomen zur Erreichung ihres für die Wissenschaft wichtigen und für Alle interessanten Zweckes mit ruhmwürdigem Wetteifer zu unterstützen. Frankreich, dessen Minister Choiseul sich der Sache mit besonderem Eifer annahm, sendete die Astronomen La Chappe nach Californien, Pingré nach St. Domingo und Veron nach Ostindien. Die K. Academie der Wissenschaften in London schickte, auf Befehl und Kosten des Königs, ihre Mitglieder Dymond und Wales nach Nordamerica; Call nach Madras und Green nach Otaheiti, welch Letzterer seine Reise auf einem von dem berühmten Capitain Cook commandirten

Schiffe vollendete. — Die Kaiserin Catharina von Rußland ließ durch ihre Academie in Petersburg Astronomen aus Deutschland und der Schweiz berufen und viele Instrumente zu diesem Zwecke in Paris und London ankaufen, mit welchen ausgerüstet der russische Astronom Rumovsky nach Kola (Br. 69°), der Schweizer Pictet nach Umba (Br. 67°) und Mallet nach Ponoi gingen. Ueberdieß wurde noch Islenies nach Yakutz, Lowitz nach Gurief, Krahl nach Orenburg und Christian Euler nach Omsk geschickt. In Petersburg selbst beobachteten diesen Durchgang Morjan aus Manheim, Albert Euler, Lexell und Kotelnikow. — Der König von Dänemark bat sich zu diesem Zwecke den Astronomen Hell von Wien aus, der auf des Königs Kosten die Reise nach Wardoe im nördlichen Lappland machte. Ueberdieß beobachteten noch Plannmann zu Cajaneburg in Finnland, Melander zu Upsala, Bayley am Nordcap, Justander zu Abo, Maskelyne zu Greenwich, Hornsby zu Oxford, Cassini zu Paris, Lagrange zu Mailand, Sambach zu Wien, Ackermann zu Kiel u. m. a. Durch ungünstiges Wetter und andere Umstände wurden vereitelt die Beobachtungen des Legentil zu Pondichery, des Call zu Madras, des Pictet zu Umba u. a.

§. 68. (Berechnung der beobachteten Durchgänge.) Fast alle oder wenigstens die wichtigsten dieser Beobachtungen findet man gesammelt in Lalande's Mem. sur le Passage de Venus 1772, und am vollständigsten in Encke's „Entfernung der Sonne, 2 Bände, Gotha 1822 und 1824." Kaum waren die Beobachtungsresultate bekannt geworden, als sich eine große Anzahl von Männern fand, welche die Berechnung derselben übernahmen. Hornsby in England fand aus den von ihm zu Grunde gelegten Beobachtungen die Horizontal-Parallaxe der Sonne für ihre mittlere Entfernung von der Erde $8''_8$ und ganz eben so auch Pingré. Plannmann in Schweden fand $8''_4$, Lalande $8''_5$; Lexell $8''_{68}$, Hell $8''_{70}$. Encke, der in dem so eben erwähnten Werke, die sämmtlichen als gut anerkannten Beobachtungen der beiden Durchgänge von 1761 und 1769 mit der größten Sorgfalt berechnete, fand im Mittel aus allen die Sonnenparallaxe für die mittlere Entfernung der Sonne und für einen Beobachter im Aequator gleich $8''_{578}$;

welches Resultat nach Encke's Berechnungen nur mehr den wahrscheinlichen Fehler von $0''_{037}$ haben kann, so daß die wahre Sonnenparallaxe zwischen den beiden Gränzen $8''_{54}$ und $8''_{61}$ enthalten ist. Nimmt man nun die geographische Meile so an, daß fünfzehn derselben auf einen Grad des Aequators, also 5400 auf den ganzen Umfang des Aequators gehen, so ist der Halbmesser des Erdäquators (I. §. 5) gleich $\frac{5400}{2\pi}$ oder gleich $859,_{4367}$ geographische Meilen und die aus der Parallaxe $8'',_{578}$ folgende Entfernung der Sonne von der Erde beträgt 20666800 Meilen und die wahre Entfernung derselben ist zwischen den Gränzen von 20577649 und 20755943 geogr. Meilen enthalten. Unsere späteren Nachkommen werden diese Gränzen ohne Zweifel noch enger zusammenziehen und dieses allgemeine Maaß der Astronomen noch viel genauer bestimmen, als es uns bisher möglich gewesen ist. Wir müssen uns begnügen, die Entfernung der Sonne von 20666800 Meilen bis 89000 Meilen, d. h. bis etwa auf den 230sten Theil ihrer Größe, genau zu kennen. Wem dieß zu wenig scheint, der mag uns sagen, wie viele Distanzen der Hauptstädte unserer Erde wir bis auf ihren 230sten Theil genau anzugeben wissen.

Die folgende kleine Tafel enthält die zunächst folgenden Durchgänge der Venus, von welchen wir wünschen, daß recht viele unserer Leser wenigstens die beiden ersten derselben noch mit ansehen mögen.

	Conjunction mittl. Z. Paris.	Zeit der Mitte.	Halbe Dauer.	Kürzeste Distanz.
1874	9. Dez. 14h 18′ Morg.	13h 53′	2h 4,,7	0° 13′ 51″ Nördl.
1882	6. Dez. 4 26	4 59	3 1,,7	0 10 29 Südl.
2004	8. Juni 91 1 Morg.	28 36	2 44,,8	0 11 19 S.
2012	6. Juni 11 27 Morg.	11 47	3 20,,7	0 8 20 N.
2117	11. Dez. 13 7 Morg.	12 43	2 22,,8	0 13 0 N.
2125	8. Dez. 3 19	3 54	2 48,,3	0 11 28 S.
2247	11. Juni 0 30	0 0	2 7,,9	0 13 17 S.
2255	9. Juni 14 54 Morg.	15 8	3 36,,0	0 6 23 N.
2360	13. Dez. 11 59 Morg.	11 39	2 42,,8	0 11 49 N.
2368	10. Dez. 2 10	2 47	2 29,,4	0 12 37 S.

§. 69. (Methode, aus diesen Durchgängen die Sonnenparallaxe zu finden.) Es ist nun noch übrig zu zeigen, auf welche Weise man aus den Beobachtungen dieser Durchgänge die Sonnenparallaxe durch Rechnungen ableiten kann, und warum die aus diesen Beobachtungen geschlossenen Resultate den hohen Grad von Verläßlichkeit haben, der bereits oben von ihnen gerühmt worden ist.

Man bemerkt wohl ohne meine ausdrückliche Erinnerung, daß ein rabenschwarzer kleiner Kreis auf dem helleuchtenden Hintergrunde der Sonne, denn so stellt sich zur Zeit des Durchgangs die Venus dem Beobachter dar, mit der größten Schärfe gesehen werden kann, so daß man also den Ort, welchen dieser schwarze Kreis in der Sonne einnimmt, für jeden Augenblick mit völliger Sicherheit angeben wird. Allein es handelt sich hier nicht um jeden dieser Orte, den Venus nach und nach während ihrer Durchgänge einnimmt, sondern nur um einige wenige und gerade um dieselben, die unter allen am leichtesten und besten, selbst ohne alle Instrumente, blos durch ein gutes Fernrohr, bestimmt werden können. Man braucht nämlich nur die vier Momente der äußern und innern Ein- und Austritte, oder die vier Augenblicke zu beobachten, wann die Ränder der Venus und der Sonne sich, sowohl von außen als auch von innen, berühren. Der erste äußere Eintritt bei a (Fig. 5) kann vielleicht zu spät beobachtet werden, wenn man den Punkt des östlichen Sonnenrandes nicht genau weiß, an welchem die Venus eintreten soll, obschon man diesen Punkt durch Rechnung schon genau voraus bestimmen kann. Allein der zweite oder innere Eintritt bei b, so wie der innere Austritt bei c läßt sich auf das schärfste mit dem Auge verfolgen, bis der eigentlich entscheidende Augenblick, d. h. die Bildung des feinen Lichtfadens eintritt, der zwischen den Rändern der beiden Himmelskörper bei ihrer Berührung entsteht, und nicht viel weniger genau wird man auch den letzten entscheidenden Punkt des schwarzen Kreises in d angeben, der an dem Rande der Sonne in dem Augenblicke erscheint, wenn er von der Venus völlig verlassen wird.

§. 70. (Sicherheit dieser Methode.) Ueber die Sicherheit die-

ser Beobachtungen an sich kann also weiter kein Zweifel seyn. Allein es handelt sich hier nicht sowohl um diese Beobachtungen selbst, als vielmehr um das Resultat, welches man daraus ableiten will, nämlich um die wahre Größe der Sonnenparallaxe. Wenn man nun z. B. zeigen könnte, daß ein Fehler der Beobachtung von einer Zeitsecunde die gesuchte Parallaxe erst um eine Raumsecunde, also um 15 mal weniger fehlerhaft machen würde, so würden wir diese Methode mit Recht als eine sehr gute und in der Ausübung mit Verläßlichkeit anwendbare ansehen, da, wie wir gesehen haben, ein Fehler von einer Zeitsecunde in der Beobachtung jener vier Berührungen nicht wohl statt haben kann. Allein die Verhältnisse sind in der That noch viel günstiger, als sie in diesem Beispiele dargestellt wurden.

Halley hat in den zwei bereits erwähnten Memoiren (Phil. Tranasct. 1691 und 1716) durch Berechnung gezeigt, daß wenn bei ganz schicklich gewählten Beobachtungsorten auf der Erde die Ein- und Austritte der Venus auf eine Zeitsecunde genau bestimmt werden, daraus die Parallaxe oder die Distanz der Sonne bis auf ihren $\frac{1}{500}$sten Theil genau bestimmt werden könne. Wenn nun auch diese Behauptung vielleicht etwas übertrieben erscheinen mag, und wenn, wie die Erfahrung bei den zwei letzten Durchgängen gelehrt hat, die Fehler der Beobachtungen eine Secunde oft genug übersteigen, so bleibt es demungeachtet nicht minder wahr, daß diese Beobachtungsart eine der sichersten in der ganzen praktischen Astronomie ist, und daß diese Methode der Bestimmung der Sonnenparallaxe einen Grad von Verläßlichkeit besitzt, deren sich nur wenige und vielleicht keine andere erfreut.

Es wird nicht unangemessen seyn, hier Einiges aus dem erwähnten Aufsatze Halley's anzuführen, dem wir die Kenntniß dieser Methode verdanken und der zugleich in einer gemeinfaßlichen Sprache geschrieben und sehr lehrreich abgefaßt ist. „Es giebt viele Dinge in der Welt, sagt er, die auf den ersten Blick sehr paradox, ja ganz unglaublich erscheinen und die doch nicht minder wahr und oft sogar mit Hülfe der Mathematik sehr leicht zu beweisen sind. Was sollte es wohl Schwereres geben, als die Be-

stimmung der Entfernung der Sonne von der Erde? *) Und doch ist sie eine der leichtesten, wenn man nur einige diesem Zwecke angemessene Beobachtungen vorausschickt; wie ich sogleich näher zeigen werde."

„Vor vierzig Jahren (im J. 1677) war ich auf der Insel St. Helena, um daselbst die Sterne des südlichen Himmels zu beobachten. Zufällig ereignete sich in dieser Zeit ein Durchgang des Merkurs vor der Sonnenscheibe. Indem ich ihn mit einem guten Fernrohre beobachtete, bemerkte ich bald, daß sich diese Beobachtungen mit einer ganz besonderen Schärfe ausführen lassen. Dabei fiel mir ein, daß sich durch diese Beobachtungen wohl die Parallaxe des Merkur gut bestimmen lassen würde, die beträchtlich größer seyn muß, als die der Sonne, da Merkur in seiner unteren Conjunction der Erde so viel näher steht. Aber ich sah auch bald, daß die Differenz der Parallaxe Merkurs und der Sonne kleiner ist, als die Parallaxe der Sonne, und daß daher auf diesem Wege nicht viel Gutes zu erwarten seyn wird." **)

„Aber bei der Venus, fiel mir ein, ist dies Verhältniß viel günstiger, da ihre Parallaxe viel größer ist, als die des Merkur, und da man sie also auch von verschiedenen Punkten der Erde an verschiedenen Stellen der Sonnenscheibe sehen muß. Sollte sich aber nicht aus eben dieser Verschiedenheit der Stellen die Sonnenparallaxe selbst, durch die sie doch verursacht werden, wieder rückwärts finden lassen?"

„Diese Beobachtungen bedürfen, wie man von selbst sieht, keiner besonders kostbaren Instrumente. Ein gutes Fernrohr und eine gute Uhr, weiter braucht es nichts. Die geographische Breite

---

*) Wohl dürfte man in Beziehung auf diese Frage von Halley noch mit Plinius sagen: Incomperta haec et inextricabilia, nec ut mensura, id enim velle pene dementis est, sed ut tantum aestimatio conjectandi constet animo (H. N. II. Cap. 23).

**) Die Parallaxe Merkurs ist bei seinen untern Conjunctionen 17″ und die Parallaxe der Sonne setzte Halley noch gleich 12″ voraus. Die Differenz beyder ist 5″, also mehr als die Hälfte kleiner als die angenommene Sonnenparallaxe. Bei der Venus aber nahm er die Parallaxe 43″ und 43 weniger 12, oder 31″ ist nahe dreimal größer als jene Sonnenparallaxe.

des Orts darf nur obenhin bekannt seyn, da sie auf die Erscheinung keinen so wesentlichen Einfluß hat und die geographische Länge kann man beinahe ganz entbehren, da man nichts als die Dauer der Beobachtung, d. h. als die Zeit zu kennen braucht, die zwischen dem Ein- und Austritt der Venus verfließt, ohne die absoluten Momente dieser Erscheinungen selbst zu kennen."

„Der erste der nächstkünftigen Durchgänge der Venus wird am 26sten May 1761 statt haben. An diesem Tage, wenn es in London zwei Uhr des Morgens ist, wird Venus in die Sonne treten und um zehn Uhr des Vormittags wird sie wieder austreten. Die Dauer des ganzen Durchgangs wird also acht Stunden seyn, und wir in London werden den Eintritt nicht sehen, weil wir zu dieser Zeit noch Nacht haben. Aber wenn die Sonne gegen sechs Uhr aufgehen wird, werden wir die Venus beinahe in der Mitte der Sonnenscheibe erblicken. Aber die Bewohner von Norwegen und wohl auch die vom nördlichen Schottland, für welche die Sonne, wenn es in London zwei Uhr ist, schon aufgegangen seyn wird, diese werden den Eintritt und sonach die ganze Dauer der Erscheinung sehen. In Ostindien aber, am Ausflusse des Ganges, wird die Sonne beinahe im Zenithe dieses Landes stehen, zu der Zeit, wo die Bewohner derselben die Venus eben in der Mitte der Scheibe sehen, und es läßt sich leicht durch Rechnung zeigen, daß hier die Dauer des ganzen Durchgangs, durch die Wirkung der Parallaxe, nahe um 11 Zeitminuten verkürzt wird. Allein die Antipoden dieses Ortes, d. h. die Gegenden um die Hudsonsbay sehen die Venus in der Mitte der Scheibe zur Zeit ihrer Mitternacht, und hier wird, durch die Wirkung derselben Parallaxe die Dauer des Durchgangs um mehr als 6 Zeitminuten verlängert. Wenn also die Erscheinung an diesen beiden Orten beobachtet werden sollte, so würde die beobachtete Dauer des einen um volle 17 Min. von der des andern Ortes verschieden seyn, wenn, wie ich bei diesen kleinen Rechnungen voraussetzte, die Parallaxe der Sonne gleich $12^1/_2$ Secunden ist. Sollte nun diese Differenz der Dauer an den beiden Orten, durch die wirklichen Beobachtungen größer oder kleiner gefunden werden, so würde daraus auch eine nahe in demselben Maaße größere oder kleinere

Sonnenparallaxe gefolgert werden. Da in der That 17 Min. oder 1020 Sec. zu der Sonnenparallaxe $12,_5$ Sec. gehören, so wird eine einzige Secunde Aenderung dieser Parallaxe schon mehr als 80 Zeitsecunden Aenderung in der Differenz jener Dauer erzeugen. Da man hat $12_5 : 1020 = 1 : 81$."

„Hat man also diese Differenz auch nur auf zwei Zeitsecunden genau beobachtet, so wird man daraus die Sonnenparallaxe bis auf den $\frac{1}{40}$sten Theil einer Secunde genau finden, weil wieder ist $12,_5 : 1020 = \frac{1}{40} : 2$ und dieser $\frac{1}{41}$ ste Theil einer Secunde ist der $\frac{1}{500}$-ste Theil der ganzen Sonnenparallaxe, die wir zu 125 angenommen haben, weil 40mal $12,_5$ gleich 500 ist."

„Ich empfehle daher diese Methode auf das dringendste allen Astronomen, die Gelegenheit haben sollten, diese Dinge zu beobachten, wenn ich schon todt bin. Mögen sie dieses meines Rathes eingedenk seyn und sich recht fleißig und mit aller ihrer Kraft auf diese wichtigen Beobachtungen verlegen, wozu ich ihnen alles erdenkliche Glück wünsche, zuerst daß sie nicht durch ungünstige Witterung des ersehnten Anblicks beraubt werden und dann, daß sie, wenn sie die wahre Größe unserer Planetenbahnen mit mehr Genauigkeit bestimmt haben, daraus unsterblichen Ruhm und Ehren schöpfen mögen."

---

*) Es ist schwer, den schlichten Vortrag des biedern Mannes in einer andern Sprache getreu wieder zu geben. Der Schluß desselben heißt: **I recommend it therefore again and again to those Astronomers, who may have an opportunity of observing these things, when I am dead, that they would remember these admonitions and diligently apply themselves, with all their might to the making of the necessary observations, in which I wish them earnestly all imaginable success: in the first place, that they may not, by the unseasonable obscurity of a clauded sky, be deprived of this most desirable sigh; and then, that having ascertained with more exactness the magnitude of the planetary orbits, it may redound to their immortal fame and glory.**

§. 71. (Andere Betrachtungen über die Sicherheit dieser Methode.) Wir wollen es nun versuchen, den Lesern im Allgemeinen, und so weit dieß ohne Rechnung möglich ist, die Gründe aus einander zu setzen, worin sich durch die Beobachtung dieser Durchgänge der Venus die Sonnenparallaxe mit so großer Genauigkeit bestimmen läßt. Sey SS' (Fig. 6.) die Sonne, C oder C' die Erde, und V oder V' der Mittelpunkt der Venus, welche beide Planeten sich in ihren Bahnen zur Zeit der untern Conjunction der letztern von Ost gegen West, oder von C nach C', und von V nach V' bewegen, während der der Venus zugekehrte Punkt der Erde in seiner täglichen Rotation von West nach Ost geht, wie die der Figur beigesetzten Pfeile anzeigen. Die beiden geraden Linien durch V und V' berühren den Rand der Venus, so wie die beiden Linien bei S und S' den Rand der Sonne berühren.

Dieß vorausgesetzt, ist (I. §. 61) der Winkel AVC die Horizontal-Parallaxe der Venus. Eigentlich sollte zwar der Punkt V in dem Mittelpunkte der Venus liegen, aber man sieht von selbst, daß dieser Winkel nur ganz unmerklich geändert werden wird, wenn man den Punkt V in irgend einem Punkte der Peripherie der Venus annimmt. Diesem Winkel ist aber auch der Winkel αVc gleich, und da der letzte Winkel von dem Bogen αc am Himmel gemessen wird, so kann man sagen, dieser Bogen αc stelle die Parallaxe der Venus vor. Ganz eben so wird also auch die Parallaxe der Sonne durch den Winkel ASC oder aSc, das heißt, durch den Bogen ac vorgestellt werden. Es ist demnach αc die Parallaxe der Venus, und ac die der Sonne, und daher aα die Differenz dieser beiden Parallaxen, und zwar für den Augenblick, wo ein Beobachter in dem Mittelpunkte C der Erde eben die Venus ganz in dem östlichen Rande, und zwar in dem Punkte S der Sonne eingetreten sieht. Ganz eben so ist auch a'c' die Parallaxe der Sonne, und a'c' die der Venus, also auch a'α' die Parallaxendifferenz für den Augenblick, wo für den Beobachter C' im Mittelpunkte der Erde die Venus, so eben ganz aus dem westlichen Rande der Sonne, und zwar in dem Punkte S', ausgetreten ist.

Bei jenem Eintritte sieht also der Beobachter im Mittel-

punkte C der Erde den Punkt V des Venusrandes an dem Himmel in c. Allein ein anderer Beobachter auf der Oberfläche der Erde in A wird denselben Punkt V am Himmel in α sehen, während er den Punkt S des östlichen Sonnenrandes, wo der erwähnte Eintritt der Venus für den Mittelpunkt der Erde geschieht, in dem Punkte a des Himmels sieht, d. h. also, der Beobachter in A wird die beiden Berührungspunkte V und S noch um den Bogen aα oder um die Parallaxendifferenz von einander entfernt sehen, während der Beobachter in C diese beiden Punkte V und S in dem gemeinschaftlichen Punkte c zusammenfallen sieht. In demselben Augenblicke also, wo der Beobachter in C den letzten Punkt V der Venus eben in den östlichen Sonnenrand eintreten sieht, steht dieser Punkt V für den Beobachter in A, noch um die ganze Parallaxendifferenz aα östlich von dem Sonnenrande S entfernt; für C hat der innere Eintritt so eben statt, für A aber wird er erst später erfolgen, und zwar erst in der Zeit, in welcher Venus den Bogen aα am Himmel zurückgelegt haben wird.

Während des nun folgenden Durchgangs der Venus vor der Sonnenscheibe geht dieser Planet in seiner Bahn von V nach V', und die Erde von C nach C', oder beide gehen von Ost nach West. Der Beobachter A aber, auf der Oberfläche der Erde, der früher den westlichsten Punkt A einnahm, wird durch die tägliche Rotation auf die östliche Seite, gegen A' hin, gebracht. In dem Augenblicke, wo der letzte Punkt V' des Venusrandes, von dem Mittelpunkte C' der Erde gesehen, den westlichen Rand S' der Sonne verläßt, und wo also, für diesen Beobachter C', der Durchgang endet, weil er diese beiden Punkte V' und S' in einem und demselben gemeinschaftlichen Punkte c' des Himmels sieht, in demselben Augenblicke wird ein Beobachter in dem Punkte A' auf der Oberfläche der Erde den Punkt S' der Sonne in a', den Punkt V' der Venus aber in α', d. h. er wird den Punkt V' um den Bogen a'α', oder um die Parallaxendifferenz weiter westlich sehen, und für den Beobachter in A' wird daher der Durchgang schon vorüber seyn, und zwar wieder so lange Zeit, die wir T nennen wollen, als die Venus braucht, den Bogen a'α' der Parallaxendifferenz am Himmel zu durchlaufen.

Kurz, der Beobachter auf der Oberfläche der Erde in A oder A' wird den Eintritt der Venus später, und den Austritt derselben früher sehen, als der Beobachter im Mittelpunkte C der Erde, und zwar um die Zeit T später oder früher. Die ganze Dauer der Erscheinung aber wird für jenen kürzer seyn, als für diesen, und zwar um das Doppelte jener Zeit, oder um die Zeit 2 T.

Dieser Unterschied zwischen dem Ein- und Austritte, oder auch dieser Unterschied zwischen der Dauer, wie er auf der Oberfläche und im Mittelpunkte der Erde gesehen wird, hängt also, wie man sieht, bloß von der Differenz der Parallaxen oder von der Größe des Bogens aα oder a'α', und zugleich von der Geschwindigkeit ab, mit welcher die Venus diesen Bogen zurücklegt. Wird die Parallaxendifferenz größer, so wird auch diese Zeit T oder 2 T größer werden, und ist im Gegentheile die Geschwindigkeit der Venus größer, so wird diese Zeit T oder 2 T kleiner werden. Da nun T eine bloße Wirkung der Parallaxendifferenz ist, so wird man, wenn die Bewegung, mit welcher sich die Venus der Sonne nähert, bekannt ist — und diese ist aus den mittlern Bewegungen der Venus und der Sonne auf das genaueste bekannt — so wird man aus dieser Zeit T auch wieder rückwärts auf jene Parallaxendifferenz schließen und zwar mit einer desto größern Genauigkeit schließen können, je größer dieses T selbst ist.

§. 72. (Vergleichung der Durchgänge von Merkur und Venus.) Sehen wir also zu, welchen Werth diese Zeit T in dem Falle hat, wo sie am größten ist. Für Merkur hat man bei der untern Conjunction dieses Planeten seine Horizontal-Parallaxe gleich 17'' und die der Sonne nahe 8''. Beider Differenz ist also nur 9 Secunden, und dieß ist die Größe des Bogens aα für Merkur. Nun beträgt aber die Bewegung Merkurs, mit welcher er sich, von der Erde gesehen, der Sonne nähert, zur Zeit der Durchgänge während jeder Stunde nahe 550''. Wann wird er also in dieser Bewegung den Bogen von 18'', oder die doppelte Parallaxendifferenz zurücklegen? Die folgende Proportion beantwortet diese Frage:

$$550'' : 60' = 18'' : 2\ T$$

Es ist also 2 T nahe gleich 2 Zeitminuten, oder die Differenz der

Dauer der Merkursdurchgänge, von dem Mittelpunkte und von der Oberfläche der Erde gesehen, beträgt höchstens 2 Zeitminuten. Gesetzt also, man hätte bei der Beobachtung eines solchen Durchganges die Dauer desselben um volle 10 Zeitsecunden fehlerhaft erhalten, was allerdings eine sehr unwahrscheinliche Voraussetzung ist, so würde man dadurch die Parallaxendifferenz schon um $1^1/_2$ Raumsecunde unrichtig erhalten, denn

$$120 : 18 = 10 : 1^1/_2$$

So große Fehler, von $1^1/_2$ Secunden, geben aber nicht einmal die oben angeführten Beobachtungen des Mars zur Zeit seiner Opposition, daher man also die Durchgänge Merkurs zu diesem Zwecke nicht mit Vortheil gebrauchen kann.

Sehen wir nun, was wir von den Durchgängen der Venus zu erwarten haben. Die Horizontalparallaxe dieses Planeten ist 31″, und die der Sonne, wie gesagt, 8″. Die Differenz dieser Parallaxen beträgt also 23″, oder sie ist nahe dreimal größer, als bei Merkur, was, nach dem Vorhergehenden, schon ein großer Vortheil ist. Die stündliche Bewegung der Venus gegen die Sonne endlich ist zur Zeit ihrer Durchgänge 234″, also mehr als die Hälfte kleiner, als bei Merkur, worin der zweite Vortheil besteht. Wann wird also Venus den Bogen von 46″, oder die doppelte Parallaxendifferenz zurücklegen? Die Antwort auf diese Frage gibt folgende Proportion:

$$234'' : 60' = 46'' : 2\ \mathrm{T}$$

Es ist also $2\ \mathrm{T} = 11',_8$ oder nahe 12 Minuten, also beinahe sechsmal größer, als bei Merkur. Um zu sehen, welchen großen Einfluß dieß auf die Bestimmung der Parallaxendifferenz hat, wollen wir wieder annehmen, daß man in der Beobachtung der Dauer eines solchen Durchgangs um 10 Zeitsecunden gefehlt habe, so hat man

$$720 : 46 = 10 : {}^3/_5$$

oder, wenn man in der Beobachtung dieses Phänomens auch nur volle 10 Zeitsecunden gefehlt hätte, so würde die daraus geschlossene Parallaxendifferenz doch nur um $^3/_5$ einer Raumsecunde fehlerhaft seyn, während wir oben bei Merkur einen Fehler von $1^1/_2$ Secunden, also nahe dreimal mehr, erhalten haben. Allein so große

Fehler wird wohl nicht leicht ein Astronom, selbst unter den ungünstigsten Verhältnissen, begehen können. Der Fehler, dem man bei der gegenwärtigen Vervollkommnung der Instrumente und der Beobachtungskunst noch ausgesetzt ist, kann bei dieser Art von Beobachtungen höchstens eine einzige Secunde betragen, und sonach würde man, durch die Anwendung der hier erläuterten Methode, die Parallaxendifferenz der Venus und der Sonne wenigstens bis auf $0,_{06}$ oder bis auf $^1/_{17}$ einer Raumsecunde genau erhalten.

Man sieht aus allem Vorhergehenden, daß der eigentliche Vortheil dieser Methode darin besteht, daß erstens die Venus, in ihrer untern Conjunction, sehr nahe bei der Erde ist, wodurch die Parallaxe derselben so groß wird, und daß zweitens ihre von der Erde gesehene Bewegung, in Beziehung auf die Sonne, zu dieser Zeit so klein ist. Hätten wir noch einen andern Planeten, der uns in seiner untern Conjunction noch näher käme und der sich daselbst noch langsamer bewegte, so würde derselbe noch viel geschickter zur Bestimmung der Parallaxe seyn.

§. 73. (Nachträgliche Bemerkungen zu dieser Methode.) Bei der vorhergehenden Darstellung wird ein aufmerksamer Leser noch zwei Dinge vermissen, die wir, um den Vortrag zu erleichtern, absichtlich übergangen haben und daher hier nachtragen wollen.

Wir haben oben voraus gesetzt, daß nicht nur der Beobachter auf der Oberfläche der Erde, sondern daß auch noch ein anderer, im Mittelpunkte e der Erde, die Dauer des Durchgangs gesehen habe, und auf die Vergleichung dieser beiden Beobachtungen beruht eigentlich, wie man bemerkt haben wird, die ganze Methode unserer Parallaxen-Bestimmung. Allein wie sollen wir diese Beobachtung, die im Mittelpunkt der Erde angestellt worden ist, erhalten? — Sie unmittelbar anzustellen, ist allerdings unmöglich, aber die Rechnung gibt hier, wie in so vielen andern Fällen den Astronomen ein leichtes Mittel an die Hand, diesen Mangel zu ersetzen. Da nämlich die Tafeln der Venus schon in so hohem Grade genau sind, da man die Bewegung dieses Planeten und den scheinbaren Durchmesser derselben sowohl, als auch jenen der Sonne schon mit so viel Schärfe kennt, so ist es sehr

leicht, durch Rechnung zu bestimmen, wie lang die Dauer eines solchen Durchgangs für den Mittelpunkt der Erde seyn wird, viel leichter in der That, als für irgend einen andern Punkt der Oberfläche der Erde, weil man für diesen letztern auf die Parallaxe der Sonne und der Venus Rücksicht nehmen müßte, die hier, für den Mittelpunkt der Erde, ganz wegfällt. Die Rechnung, von welcher hier die Rede ist, wird ganz dieselbe seyn, welche man bei der Bestimmung der Mondsfinsternisse für unsern Kalender anwendet, und mit der Jeder bekannt ist, dem die ersten Elemente der rechnenden Astronomie nicht ganz fremd sind.

Das Zweite, was man wahrscheinlich schon ohnehin bemerkt haben wird, ist, daß wir oben immer nur von der Differenz der Parallaxen der Venus und der Sonne gesprochen haben, da es doch anfangs hieß, daß die Venusdurchgänge die Sonnenparallaxe selbst so genau bestimmen sollen. In der That hat man gesehen, daß alles Vorhergehende sich nur auf die Differenz dieser beiden Parallaxen gründet, und daß man doch auch nur diese Differenz, keineswegs aber die beiden Parallaxen selbst, durch jene Methode bestimmen kann.

Und so ist es auch in der That: wir erhalten durch das bisher erklärte Verfahren bloß die Differenz dieser zwei Parallaxen. Allein hier kömmt uns das schon mehrmals (z. B. I. §. 58. 146 u. f.) angeführte dritte Gesetz Keplers sehr zu statten. Nach diesem Gesetze verhalten sich nämlich die Quadrate der Umlaufszeiten der Planeten wie die Würfel ihrer mittleren Entfernungen von der Sonne. Es wurde aber ebenfalls schon gesagt (I. §. 123) daß man diese Umlaufszeiten der Planeten aus den Beobachtungen der Alten mit der größten Schärfe bestimmen kann, und auch in der That bestimmt hat. Also darf man auch, da uns das Kepler'sche Gesetz gegeben ist, annehmen, daß wir die Verhältnisse der Entfernungen der Planeten von der Sonne mit derselben Schärfe kennen. Allein diese Verhältnisse der Entfernungen sind nichts anders, als die Verhältnisse der Parallaxen, da der Sinus der Parallaxe eines jeden Planeten gleich ist dem bekannten Halbmesser der Erde dividirt durch die Entfernung des Planeten von der Erde. Zur Zeit der untern Conjunction aber, wo Venus in einer geraden

Linie zwischen der Erde und der Sonne steht, ist die Entfernung der Venus von der Sonne gleich dem, aus der elliptischen Theorie bekannten Radius Vector (I. S. 282) der Erde, weniger dem der Venus, so daß daher für dieselbe Zeit das Verhältniß der Entfernungen beider Planeten von der Sonne, also auch das Verhältniß ihrer Parallaxen als eine gegebene und sehr genau bekannte Größe anzusehen ist. Wenn man aber von zwei unbekannten Größen ihr Verhältniß und überdieß auch, wie dies bei unserer Methode der Fall ist, ihre Differenz kennt, so kann man auch sehr leicht jede dieser beiden Größen selbst finden. Wenn z. B. durch die Beobachtung eines Durchgangs die Differenz der beiden Parallaxen gleich 23″ gefunden worden ist, und wenn man aus der Theorie der elliptischen Bewegung, verbunden mit dem erwähnten Gesetze Keplers weiß, daß für dieselbe Zeit das Verhältniß der beiden Parallaxen 3,795 ist, so findet daraus jeder Anfänger in der Algebra sofort, daß die beiden Parallaxen selbst, die eine gleich 23″ und die andre gleich 8″ seyn muß, wodurch daher nicht bloß die gesuchte Parallaxe der Sonne, sondern auch zugleich die der Venus gefunden wird.

§. 74. (Einfache Darstellung des Vorhergehenden.) Man kann denselben Gegenstand noch auf eine andere, sehr einfache Weise darstellen. Ist ABC (Fig. 7) die Erde, V die Venus und S die Sonne, so kann man, ohne in der Erscheinung etwas zu ändern, die Erde, in Beziehung auf ihre jährliche Bewegung, als ruhend vorstellen und dafür der Venus die Differenz derjenigen zwei Bewegungen geben, welche dieser Planet und die Erde in der That haben. Sey also aVb der Weg, welchen Venus mit dieser relativen Bewegung während der Zeit des ganzen Durchgangs in ihrer Bahn beschreibt. Es seyen ferner A und B zwei Beobachter auf der Oberfläche der Erde, welche die zwei Endpunkte desjenigen Erddurchmessers AB einnehmen, der auf der Ebene der Ecliptik senkrecht steht. Läßt man der größeren Einfachheit wegen die tägliche Rotation der Erde außer Betrachtung und nimmt man also an, daß diese zwei Beobachter ihre Lage gegen die Sonne unverändert beibehalten, so wird der eine Beobachter A zu einer gewissen Zeit den Mittelpunkt der Venus auf der Sonnen-

scheibe in s und der andere Beobachter B in S sehen. Wenn sie nun beide ein Mittel besitzen, die Entfernung der Punkte s und S von dem Mittelpunkte oder von dem Rande der Sonne mit Genauigkeit zu messen, so wird ihnen die Größe des Bogens sS z. B. in Secunden bekannt seyn. Nehmen wir an, daß man diesen Bogen Ss gleich 40 Sec. gefunden habe. Da nun die Winkel in V, welche die beiden geraden Linien As und BS mit einander bilden, gleich groß und da auch die beiden Linien AB und Ss einander sehr nahe parallel sind, indem sie beide auf der Ecliptik senkrecht stehen, so hat man aus den ersten Elementen der Geometrie die Proportion

$$Ss : AB = SV : VB.$$

Allein SV ist die Distanz der Sonne von der Venus und VB die der Venus von der Erde und aus der Theorie der elliptischen Bewegung weiß man, daß zur Zeit des Durchgangs diese Größen $SV = 0{,}_{68}$ und $VB = 0{,}_{27}$ sind, wenn die mittlere Distanz der Erde von der Sonne als Einheit angenommen wird. Man hat daher auch

$$Ss : AB = 68 : 27 \text{ oder nahe } = 5 : 2$$

oder jener Bogen Ss nimmt auf der Oberfläche der Sonne einen Raum ein, der $^5/_2$ mal so groß ist als der Durchmesser AB der Erde. Dieser Bogen selbst, in Secunden ausgedrückt, ist daher auch $2\,^1/_2$ mal so groß als derjenige Bogen, unter welchen der Durchmesser der Erde, von der Sonne aus gesehen, erscheinen würde, d. h. der Winkel SAs ist $2\,^1/_2$ mal größer als der Winkel BSA. Dieser letzte Winkel ist aber (I. §. 61) die doppelte Parallaxe der Sonne. Da nun der Winkel SAs oder der Bogen Ss oben gleich 40 Secunden gefunden worden ist, so folgt, daß die doppelte Sonnenparallaxe 16 Sec. und daher diese Parallaxe selbst 8 Sec. beträgt.

Daraus sieht man zugleich, daß jeder Beobachtungsfehler, den man in der Messung des Winkels SAs oder des Bogens Ss begeht, nur den fünften Theil dieses Fehlers in der gesuchten Sonnenparallaxe hervorbringen wird, was für die Bestimmung dieser letzten Größe sehr vortheilhaft ist, besonders dann, wenn man Mittel besitzt, diesen Bogen Ss selbst schon mit einer großen Ge-

nauigkeit zu messen. Mikrometrische Messungen, so scharf diese auch seyn mögen, sind hier nicht mit der gewünschten Sicherheit anzuwenden, weil es sich um zwei verschiedene Beobachter handelt. Viel besser wird man diesen Zweck erreichen, wenn man von beiden Orten A und B der Erde den Eintritt der Venus in m und M und den Austritt in n und N aus der Sonnenscheibe beobachtet. Wir haben bereits oben gesagt, daß man diese Ein- und Austritte des schwarzen Kreises auf dem hellen Sonnenhintergrunde sehr scharf beobachten kann. Da ferner die relative Bewegung der Venus auf der Sonne so langsam, und überdieß durch unsere schon sehr vollkommenen Tafeln, sehr genau bekannt ist, und da man endlich, ohne allen merklichen Fehler die Wege MN und mn, welche der Planet auf der Sonne zu beschreiben scheint, als gerade Linien annehmen kann, so erhält man eigentlich durch diese beobachteten Ein- und Austritte die Längen der beiden geraden Linien MN und mn, und zwar mit der größten Schärfe, und es handelt sich jetzt nur noch um die leichte Auflösung des geometrischen Problems: die Distanz Ss zweier Sehnen eines Kreises zu finden, in welchem die Größe dieser Sehnen sowohl, als auch der Halbmesser dieses Kreises, d. h. der Halbmesser der Sonne mit der größten Genauigkeit bekannt ist.

§. 75. (Ueber die Verbesserung der Planetentafeln.) Das Vorhergehende wird genügen, eine allgemeine Vorstellung von dem Verfahren zu geben, welches die Astronomen bei dieser Bestimmung der Sonnenparallaxe anwenden, und zugleich den hohen Grad seiner Sicherheit zu zeigen. Allein die Vervollkommnung, welche seit nahe einem halben Jahrhunderte die Analyse und durch sie die berechnende Astronomie erhalten hat, setzt uns gegenwärtig in den Stand, jene wichtige und noch viele andere interessante Aufgaben auf eine andere, sehr vorzügliche Weise aufzulösen, von der wir hier, so gut es ohne eigentliche Rechnung möglich ist, einige nähere Nachrichten mittheilen wollen.

Um die Sache sogleich durch ein Beispiel deutlich zu machen, so haben wir bereits oben (I. §. 143) gezeigt, wie man den Ort eines Planeten für jede gegebene Zeit aus den für diesen Planeten bereits berechneten Tafeln finden könne. Hat man nun für

dieselbe Zeit den Planeten auch wirklich beobachtet, so müssen beide Resultate, das der Tafel, oder, was dasselbe ist, das der Rechnung und das der unmittelbaren Beobachtung übereinstimmen, wenn anders beyde: Beobachtung und Berechnung, ganz gut und fehlerfrei sind.

Wenn nun die Beobachtungen mit aller möglichen Sorgfalt, mit den besten Instrumenten und unter den günstigsten Umständen angestellt worden sind, wenn vielleicht mehrere Astronomen an derselben oder auch an verschiedenen Sternwarten diese Beobachtungen gemacht und davon das sogenannte Mittel genommen haben, so wird man, da alle Wahrscheinlichkeit dafür spricht, diese Beobachtung, die man zur Vergleichung gewählt hat, als gut ansehen können. Wenn sie nun aber mit der Rechnung, d. h. mit dem aus den Tafeln durch Rechnung abgeleiteten Orte demungeachtet nicht stimmen sollte? — Dann bleibt nichts übrig, als diese Rechnung oder diese Tafeln für fehlerhaft zu erklären.

Es ist aber eines der wichtigsten, ja das Hauptgeschäft des Astronomen, diese Tafeln der Planeten immer mehr und mehr zu vervollkommnen und es endlich, wenn möglich, dahin zu bringen, daß ein solcher aus den Tafeln berechneter Ort verläßlicher ist, als jede einzelne Beobachtung, oder daß wir auf diese Weise den Himmel, d. h. hier die Planeten und ihre Bewegungen, am Ende so genau kennen lernen, um alle fernern Beobachtungen gleichsam entbehrlich zu machen.

Wenn also eine als gut anerkannte Beobachtung mit diesen Tafeln nicht stimmt, so sind diese Tafeln noch fehlerhaft, und sie müssen daher verbessert werden. Allein wo soll man diese Verbesserung anbringen?

Diese Frage ist von der größten Wichtigkeit. — Um eine solche Tafel zu construiren, muß man eine nicht kleine Anzahl von Dingen zu Hülfe rufen oder zu Grunde legen. Man muß z. B. die große Axe der Bahn, oder die Umlaufszeit des Planeten um die Sonne, man muß die Lage dieser großen Axe, die Excentricität dieser Bahn, ihre Neigung gegen die Ecliptik . . . kurz man muß vor Allem die Elemente (Vergl. I. §. 142) der Planetenbahn kennen. Sind diese einmal genau bekannt, so hat

die Construction der Planetentafel keine andere Schwierigkeit mehr, als die Mühe des Calculs, die kein Astronom scheuen darf. Allein wenn sie nun noch nicht genau bekannt, wenn eine, wenn mehrere, wenn vielleicht alle diese Elemente noch etwas unrichtig, noch kleinen Fehlern unterworfen sind, so können dann auch gute Beobachtungen mit diesen Tafeln nicht übereinstimmen, und die letzten müssen vor allen andern verbessert, d. h. die den Tafeln zu Grunde gelegten Elemente müssen vor allen andern corrigirt werden, um jene gewünschte Harmonie zwischen ihnen und den Beobachtungen einmal erhalten zu können.

§. 76. (Allgemeines Verfahren zu diesem Zwecke.) Nun wäre es wohl leicht, irgend eines dieser Elemente so zu ändern, daß dadurch diese Uebereinstimmung für eine Beobachtung erzeugt wird. Man dürfte nur z. B., was das einfachste wäre, die Epoche der mittlern Bewegung (I. §. 116) dem gemäß etwas ändern, um die Tafel mit dieser Beobachtung in vollkommene Harmonie zu bringen. Allein wird dann auch sofort jede zweite, dritte und überhaupt jede folgende gute Beobachtung durch die Tafeln dargestellt werden? — Schwerlich, da jenes Verfahren voraussetzt, daß nur die Epoche der Tafeln fehlerhaft, jedes andere Element aber vollkommen gut ist, eine Voraussetzung, zu der die Epoche kein größeres Recht, als alle übrigen Elemente hat.

Man wird also im Allgemeinen alle Elemente für fehlerhaft ansehen, und sie sonach alle auf einmal so verbessern müssen, daß dadurch nicht nur eine, sondern eine große Anzahl guter und weit von einander entfernter Beobachtungen vollkommen genau dargestellt werden. Aber wie soll man das anfangen? Man sieht ohne meine Erinnerung, daß das Problem, das sich hier die Astronomen gegeben haben, kein leichtes ist. Und doch muß es aufgelöst werden, weil man sonst gar nicht daran denken kann, auch nur einmal gute Planetentafeln zu erhalten. Daß aber solche Tafeln, nicht bloß für die Wissenschaft, von sehr großem Werthe sind, ist wohl für sich klar. Wenn z. B. unsere Mondstafeln noch so fehlerhaft wären, wie sie es zu Tycho's und selbst zu Newtons Zeiten waren, so würden wir das beste und vorzüglichste Mittel, die geographische Länge auf der hohen See zu

bestimmen, nämlich die Methode der Distanzen des Mondes von den Sternen, auch gar nicht mit Sicherheit anwenden können, und Hunderte von Schiffen würden schon zu Grunde gegangen seyn, bloß weil ihnen dieses Mittel fehlte.

Wie soll man es aber anfangen, alle Elemente einer Planetenbahn auf einmal zu verbessern. — Dieß ist es, was ich hier zunächst zu erklären suchen werde.

Nehmen wir an, wir hätten eine Anzahl von beobachteten Sonnenlängen vor uns, die wir alle als ganz gut anzusehen berechtigt sind. Berechnen wir sogleich aus unsern Sonnentafeln, für die Zeiten jener Beobachtungen, diese tabellarischen Längen der Sonne. Da unsere Sonnentafel noch fehlerhaft ist, wie wir voraussetzen, so werden diese berechneten Längen mit den beobachteten nicht genau stimmen. Seyen a, a', a'', die Differenzen dieser beiden Längen für die 1, 2, 3te Beobachtung.

Betrachten wir von den Elementen dieser Sonnentafel zuerst die Länge des Apheliums. Nehmen wir z. B. an, die erste Beobachtung sey zu einer solchen Zeit gemacht worden, wo die Länge der Sonne weniger der Länge ihres Apheliums, d. h. wo die mittlere oder wahre Anomalie (I. §. 140) der Sonne nahe gleich 200 Grade war. Geht man in denjenigen Theil der Sonnentafeln ein, der mit dem Argumente der mittlern Anomalie die Gleichung der Bahn (I. §. 141) gibt, so findet man, daß für eine solche Sonnenlänge durch eine Minute Aenderung der Anomalie die wahre Länge der Sonne um nahe 2 Sec. vergrößert wird. Damit könnte man nun gleich dieses Element so verbessern, daß die tabellarische und die beobachtete Länge der ersten Beobachtung vollkommen mit einander übereinstimmen, oder daß der erste der oben erwähnten Fehler a gänzlich verschwinden müßte. Allein da, wie bereits gesagt, die andern Elemente eben so gut fehlerhaft seyn können, als dieses erste, so wollen wir auch noch einige dieser andern auf dieselbe Weise betrachten.

Derselbe Theil unserer Tafel, von welchem wir so eben gesprochen haben, setzt auch eine bestimmte Excentricität, oder was dasselbe ist, einen bestimmten größten Werth der Gleichung der Bahn voraus. Nehmen wir an, daß eine Minute Aenderung

dieser größten Gleichung der Bahn die Länge der Sonne um $0,_5$ Secunden ändere, und daß eben so eine Minute Aenderung der Umlaufszeit der Sonne die Länge derselben nur um $0,_3$ Secunden vergrößere, und sofort für alle übrigen Elemente der Sonnenbahn.

Wenn man auf diese Weise die Aenderungen kennt, welche eine Minute in jedem einzelnen Elemente in der Länge der Sonne hervorbringt, so weiß man auch, wie viel diese Länge durch jede andere gegebene Aenderung der Elemente, z. B. durch den halben oder durch den vierten Theil einer Minute geändert werden würde. Nehmen wir nun an, daß man bereits die Aenderungen kenne, welche an diesen Elementen angebracht werden müssen, um jene erste unserer Beobachtungen ganz genau darzustellen, daß also z. B. die Länge des Apheliums um x Minuten vergrößert, die größte Gleichung der Bahn um y Minuten verkleinert, die Umlaufszeit der Sonne um z Minuten vergrößert werden soll u. s. w., so wird man, aus den ersten Gründen der Algebra, für die totale Aenderung der Länge den Ausdruck haben

$$2\,x - 0,_5\,y + 0,_3\,z$$

und da diese totale Aenderung der Sonnenlänge gleich dem oben erwähnten Fehler a der ersten Beobachtung seyn muß, so hat man die Gleichung

$$a = 2\,x - 0,_5\,y + 0,_3\,z$$

Eine ähnliche Gleichung wird man aus der zweiten Beobachtung für a' und aus der dritten für a'' erhalten, und wer nur eben die ersten Lehren von der Auflösung der Gleichungen kennt, wird daraus ohne Mühe diejenigen Werthe von x, y und z finden, welche diesen drei Gleichungen entsprechen, d. h. er wird finden, wie viel Minuten, oder um welchen Theil einer Minute jedes dieser drei Elemente geändert werden müsse, damit die mit diesen verbesserten Elementen berechneten Längen der drei Sonnenorte genau mit den beobachteten Längen derselben übereinstimmen.

§. 77. (Bedingungsgleichungen und Wahrscheinlichkeitsrechnung.) Man sieht von selbst, daß man dieses Verfahren auch auf mehr als drei, daß man es auf alle sechs Elemente fortsetzen kann (I. §. 142), daß man aber auch dann sechs Beobachtungen braucht, deren jede eine der obigen ähnliche Gleichung mit sechs unbe-

stimmten Größen geben wird. Man nennt sie Bedingungsgleichungen und sucht sie in der neuen Astronomie überall anzuwenden, wo man einer vorzüglichen Schärfe in den Resultaten bedarf.

Wenn man nun aber auf diese Weise durch sechs vorzüglich gute Beobachtungen eines Planeten, mittels der sechs ihnen entsprechenden Bedingungsgleichungen, diejenigen Werthe der Elemente bestimmt hat, wodurch diese sechs Beobachtungen vollkommen genau dargestellt werden, wird man dann auch voraussetzen dürfen, daß die so bestimmten Elemente auch zugleich die wahren sind? — Allerdings, vorausgesetzt, daß jene sechs Beobachtungen ganz ohne alle Fehler sind. Aber ist diese Voraussetzung auch erlaubt? Welches Mittel haben wir, uns zu überzeugen, daß alle jene Beobachtungen, daß auch nur eine derselben vollkommen genau und auch nicht um den kleinsten Theil einer Secunde fehlerhaft ist. Sind nicht alle unsere Beobachtungen und Experimente, ja alle menschlichen Unternehmungen unvollkommen und bloße Annäherungen zur Wahrheit, aber nicht die Wahrheit selbst? Ohne Zweifel würden wir, wenn wir jenen Rechnungen sechs andere, nach unserer Ueberzeugung eben so gute Beobachtungen zu Grunde gelegt hätten, auch wieder sechs andere Elemente gefunden haben, nur wenig von jenen verschiedene, wenn die Beobachtungen selbst in der That zu den verläßlichen gehören, aber doch immer verschiedene. Und welchem von beiden Resultaten soll man nun den Vorzug geben?

Man sieht, die Verlegenheit ist nicht gering, und die Frage selbst von der größten Wichtigkeit für die gesammte Astronomie sowohl, als auch für alle Naturwissenschaften, die sich in letzter Instanz, doch immer nur auf Beobachtungen, d. h. also auf mehr oder weniger fehlerhafte Voraussetzungen gründen. So lange daher diese Frage nicht beantwortet ist, bestehen alle unsere Bestimmungen nur in einzelnen, von einander isolirten Versuchen, deren jeder ein anderes Resultat gibt. Da wir kein Mittel haben, unter allen diesen Resultaten das Beste zu erkennen, so würden, wie man sieht, alle unsere Bemühungen ein immerwährendes Herumirren in einem Kreise seyn, in dessen Mittelpunkte

die uns immer versagte Wahrheit liegt, und die wir, selbst wenn wir sie einmal zufällig erreichen sollten, nicht einmal erkennen würden.

Diesem Uebel, das dem Fortgange aller Wissenschaften feindlich entgegen tritt, diesem großen Uebel abzuhelfen, wurde die sogenannte Wahrscheinlichkeits-Rechnung erfunden, die zwar schon den Zeiten Newtons angehört, die aber besonders in unsern Tagen ihre weitere Ausbildung erhalten hat. Da uns jedoch die Auseinandersetzung dieses wichtigen und interessanten Gegenstandes zu weit von unsern gegenwärtigen Betrachtungen abführen würde, so wollen wir die nähere Betrachtung desselben dem Schlusse dieser Schrift vorbehalten.

Kapitel IV.

Mars.

§. 78. (Obere und untere Planeten.) Die beiden vorhergehenden untern Planeten, Merkur und Venus, bewegen sich immer innerhalb der Erdbahn um die Sonne, oder ihre Bahnen werden von jener der Erde eingeschlossen. Mars ist der erste, der im Gegentheile sich außerhalb der Erdbahn bewegt, oder er ist der erste der obern Planeten. Aus dieser Ursache ist er nicht mehr, wie jene, in bestimmten Entfernungen von der Sonne eingeschlossen, oder man sieht ihn nicht bloß in der Nachbarschaft der Sonne, sondern vielmehr unter allen möglichen Winkeln mit derselben, also zuweilen sogar ihr gegenüber, wo er um Mitternacht durch den Meridian geht, und, wie man sagt, mit der Sonne in Opposition ist, was nicht möglich wäre, wenn nicht die Erde, zur Zeit der Opposition, zwischen ihm und der Sonne stünde, wenn also die Erdbahn von der Marsbahn nicht eingeschlossen würde. Auch sieht man ihn, aus derselben Ursache nie in der Gestalt einer Sichel, wie Merkur und Venus. Zwar bemerkt man zu der Zeit, wo Mars neunzig Grade von der Sonne entfernt ist, den östlichen oder westlichen Rand desselben beschattet oder dunkel, nahe wie unsern Mond drei Tage vor oder nach dem Vollmonde. Aber dieser dunkle Theil beträgt, selbst wenn er, wie hier, am größten ist, noch nicht den achten Theil der ganzen uns sichtbaren Hälfte

dieses Planeten, und ist daher kaum bemerklich. Noch kleiner ist dieser dunkle Theil bei den übrigen obern Planeten, Jupiter, Saturn und Uranus, die, selbst durch unsere Fernröhre besehen, immer vollkommen rund erscheinen. Aus der sehr kleinen Parallaxe, die man an diesen letzten drei Planeten beobachtet, folgt, daß sie sehr weit von uns abstehen müssen, und aus dem Mangel aller bemerkbaren Phasen müssen wir den Schluß ziehen, daß wir sie immer in einer Richtung sehen, die nicht sehr von derjenigen verschieden seyn kann, in welcher die Strahlen der Sonne diese Planeten beleuchten, daß also unsere Erde eine Stellung im Weltraume einnimmt, die nie sehr weit von dem Mittelpunkte der Bahnen jener Planeten entfernt seyn kann, d. h. also wieder, daß die Erdbahn von den Bahnen dieser obern Planeten umschlossen wird, daher wir sie auch nie, wie die untern, vor der Sonne vorbei gehen sehen können.

§. 79. (Entfernung und Umlaufszeit des Mars.) Die mittlere Entfernung des Mars von der Sonne oder die halbe große Axe seiner Bahn beträgt $1{,}_{524}$ von der mittlern Entfernung der Erde von der Sonne, oder nahe 32 Millionen Meilen. Da aber die Excentricität seiner elliptischen Bahn sehr groß ist, so kann er sich, im Perihelium, der Sonne bis auf 29 Mill. Meilen nähern, während er im Aphelium 35 Mill. Meilen von ihr absteht. Viel größer aber sind die Verschiedenheiten seiner Distanzen von der Erde. In der Opposition, wo er der Erde am nächsten steht, ist er zuweilen nur 7, in der Conjunction aber, wo er am weitesten von ihr absteht, ist er 54 Millionen Meilen, also nahe 8 mal weiter, als in der ersten Lage, von der Erde entfernt.

Der Durchmesser des Mars beträgt 1000 Meilen, oder nur etwas über die Hälfte, genauer $^6/_{10}$ des Erddurchmessers. Die Oberfläche dieses Planeten hat 9 Millionen Quadratmeilen, also $^3/_{10}$ der Erdoberfläche. Das Volum desselben aber beträgt 467 Millionen Kubikmeilen, oder nur $^1/_5$ des Volums der Erde.

Der scheinbare Durchmesser des Mars, wie er von der Erde gesehen wird, muß ebenfalls sehr veränderlich seyn, wie seine Entfernung von uns. In der That beträgt derselbe zur Zeit seiner Conjunction nur 4 Secunden, also erscheint er da nur in der

Größe des Uranus; zur Zeit seiner Opposition aber hat dieser Durchmesser 27 Secunden, ist also da nahe so groß, wie Jupiter zu der Zeit, wo er am kleinsten erscheint. Der Durchmesser der Sonne endlich erscheint den Bewohnern des Mars unter dem Winkel von 1280 Secunden, oder über 10 Minuten kleiner als uns der Durchmesser der Sonne erscheint.

Die Umlaufszeit dieses Planeten um die Sonne beträgt $686,_{980}$ Tage in Beziehung auf die Fixsterne, und $686,_{930}$ Tage in Beziehung auf den Frühlingspunkt (I. §. 123). Daraus folgt, daß er in seiner mittlern Geschwindigkeit während jeder Secunde nahe $3\,^2/_3$ Meilen zurücklegt. — Die Masse des Mars ist schwer mit Genauigkeit zu bestimmen, da er keinen Satelliten hat. Wir haben kein anderes Mittel, als die Störungen, die er in dem Laufe der Erde hervorbringt, um aus ihnen rückwärts auf die eigentliche Kraft, d. h. auf die Masse des störenden Körpers zu schließen. Allein da diese Störungen, wegen der geringen Masse des Mars, selbst wenn sie am größten sind, nur sieben Secunden betragen, so gewähren sie keine hinlängliche Sicherheit. Man nimmt an, daß die Masse des Mars nur etwa $^1/_{10}$ von der Masse der Erde sey, während die Dichte dieser Masse $^7/_{10}$ der mittlern Dichte der Erde betragen soll. Daraus würde folgen, daß die Körper auf der Oberfläche dieses Planeten in der ersten Secunde nur durch $6\,^3/_{10}$ Fuß fallen, der kleinste Weg, den überhaupt die frei fallenden Körper auf irgend einem Planeten unsers Sonnensystems zurücklegen.

§. 80. (Flecken und Rotation des Mars.) Man erkennt diesen Planeten sehr leicht an seiner trübrothen Farbe, die der des mattglühenden Eisens ähnlich ist. Mit guten Fernröhren hat man auch mehrere Flecken auf seiner Oberfläche beobachtet, die eine braunröthliche, unserer Ochererde, oder unserem rothen Sandsteine ähnliche Farbe haben, und vielleicht das Festland dieses Planeten bezeichnen, während andere, grünlich gefärbte Flecken, Seen oder Meere seyn mögen. Cassini beobachtete sie zuerst i. J. 1666, und schloß daraus die tägliche Rotation dieses Planeten um seine Axe gleich 24 St. 40 M. unserer mittleren Zeit (I. §. 158). Der ältere Herschel bestimmte diese Umlaufszeit später i. J. 1781 auf

24 St. 39 M. 21 Sec., und eben so wurde sie auch von Beer, Mädler und Kunowsky gefunden, die sich erst in den letzten Jahren mit diesem Gegenstande eifrig beschäftiget haben. Es ist immer merkwürdig, daß die Tage der vier nächsten Planeten bei der Sonne alle nahe gleich lang sind, während sich die von der Sonne entfernteren Planeten durchaus viel geschwinder bewegen. Die letztgenannten Beobachter fanden, daß jene Flecken in Beziehung auf ihre Gestalt und auf ihren Ort sehr constant sind, und sie glaubten daraus folgern zu dürfen, daß sie nicht, wie man früher glaubte, wolkenartige Gegenstände seyen, sondern daß sie vielmehr der Oberfläche des Mars selbst angehören. Allein dieser Flecken gibt es wohl wenigstens zwei sehr verschiedene Arten. Schröter und Harding haben an den meisten der von ihnen beobachteten Flecken eine sehr große Veränderlichkeit wahrgenommen. Schröter beobachtete mehrmals die Geschwindigkeit, mit welcher sie über die Oberfläche ihres Planeten hinziehen, zu 50 und selbst zu 90 Fuß in einer Secunde, was die Schnelligkeit unserer heftigsten Stürme beinahe um das Doppelte übertrifft. Auch hat man häufig Veränderungen in der Gestalt der einen Gattung dieser Flecken bemerkt, zum Beweise, daß diese wenigstens der Atmosphäre des Mars angehören.

§. 81. (Atmosphäre des Mars.) Auch diese Atmosphäre selbst ist nach einigen Beobachtern ganz verschieden von der, die wieder Andere gesehen haben wollen. Cassini und Römer sahen öfter kleine Fixsterne, wenn ihnen Mars näher rückte, allmählig dunkler werden und endlich ganz verschwinden, noch ehe sie den eigentlichen Rand des Planeten erreichten. Sie schrieben dieß der sehr starken Atmosphäre desselben zu, die besonders in den untern Schichten so dicht seyn sollte, daß man die kleinen Sterne dadurch nicht mehr sehen konnte. Allein James South bemerkte eine solche zu frühe Verschwindung nicht, als er am 28. Nov. 1832 die Bedeckung eines Sterns der 8ten Größe von Mars, mit besonderer Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand, beobachtete. Hier zeigte sich auch nicht die geringste Spur einer solchen Veränderung des Sterns: er behielt vielmehr sein volles Licht und seine hellblaue Farbe bis zu dem Augenblicke seines eigentlichen Eintritts, und auch bei und

nach seinem Austritte zeigte sich keine solche Aenderung, zum Beweise, daß die Atmosphäre des Mars, wenn sie überhaupt existirt, aus sehr zarten und dünnen Stoffen gewebt seyn müsse. Allein man darf nicht unterlassen hinzuzusetzen, daß sein 19 schuhiges Fernrohr von $11^{8}/_{10}$ Zoll Oeffnung eine ganz außerordentliche Deutlichkeit und Lichtstärke haben soll.

§. 82. (Abplattung des Mars.) Nicht minder zweifelhaft ist man über die Abplattung dieses Planeten an seinen beiden Polen. Der ältere Herschel will das Verhältniß seiner beiden Axen wie 15 zu 16 gefunden haben. Nach andern Beobachtern ist der Unterschied zwischen ihnen viel kleiner. Künftige Beobachtungen mit ausgezeichneten Fernröhren werden uns darüber wohl bald mehr Gewißheit geben. An jedem dieser Pole bemerkt man einen runden, blendend weißen Flecken (M. s. die Figur des Mars am Ende). Er verschwindet allmählig, wenn der Pol eine längere Zeit den Sonnenstrahlen ausgesetzt ist, oder Sommer hat, und er ist am größten und hellsten, wenn er eben aus der langen Nacht seines Polarwinters heraustritt. Man hat daraus mit vieler Wahrscheinlichkeit den Schluß gezogen, daß diese Flecken große Schneefelder sind. Sie scheinen selbst, wenn sie am größten sind, über die eigentliche Kugel des Planeten hervorzutreten, vielleicht weil sich in den Polen hohe Eisgebirge bilden, vielleicht auch in Folge derselben optischen Täuschung, nach welcher wir den beleuchteten Theil des Mondes immer als das Segment einer größern Kugel sehen, als den übrigen dunklen Theil. Diese Flecken lehrten uns auch die Neigung des Aequators dieses Planeten gegen seine Bahn kennen. Sie beträgt 28° 42′, ist also nicht sehr von unserer Schiefe der Ecliptik verschieden, daher auch die Abwechslung der Jahreszeiten auf dem Mars nahe dieselben Erscheinungen zeigen wird, wie auf der Erde. Aber die Beleuchtung, welche Mars von der Sonne erhält, ist nur die Hälfte von jener der Erde, da diese sich immer verhält, wie das Quadrat der Entfernung von dem leuchtenden Körper. Diejenige Beleuchtung aber, welche die Erde von dem geborgten Lichte des Mars erhält, ist gegen 9000 Millionenmal schwächer, als das der Sonne, d. h. erst 9000 Millionen dem Mars ähnliche und mit ihm gleich stark beleuchtete Kugeln

neben einander gesetzt, würden auf der Erde ein solches Licht verbreiten, welches unserem hellen Mittagslichte gleicht.

§. 83. (Wichtige Dienste, die Mars der Astronomie geleistet hat.) Satelliten hat man, wie gesagt, an diesem Planeten noch keine bemerkt; demungeachtet könnten sie doch wohl existiren. Da Mars selbst nur so matt beleuchtet ist, so wäre es möglich, daß diese Satelliten ihr von der Sonne erhaltenes Licht in noch schwächerem Grade zurückwerfen, und daß sie sich überdieß vielleicht mehrere Grade von ihrem Hauptplaneten entfernen, wodurch das Auffinden dieser Monde sehr erschwert werden müßte. Es wäre deßhalb vielleicht zweckmäßig, diesen Planeten und seine Umgebungen besonders zu der Zeit seiner Opposition, wo er der Erde am nächsten steht, mit lichtstarken Fernröhren aufmerksam und wiederholt zu untersuchen.

Uebrigens hat uns dieser Planet, in Beziehung auf unsere Kenntniß des ganzen Sonnensystems, schon zweimal sehr wichtige Dienste geleistet. Wir haben im vorhergehenden Kapitel gesehen, daß Mars es war, der uns die erste genaue Bestimmung der Sonnenparallaxe, und damit die Kenntniß der wahren Größe unseres Weltsystems gegeben hat. Eben so haben wir auch schon oben (I. Kap. IX.) erwähnt, daß die große Excentricität der Marsbahn es war, die Kepler auf die Entdeckung der elliptischen Bewegung der Planeten geführt hat. Hätte sich zufällig zu der Zeit, als Kepler sich mit Tycho zur Förderung der Wissenschaft verband, dieser mit einem andern Planeten beschäftigt, so würde jener seine große Entdeckung, durch welche die Astronomie eine ganz andere Gestalt erhielt, höchst wahrscheinlich nicht gemacht haben, da er bei den so unvollkommenen Beobachtungen seiner Zeit schon Mühe genug hatte, auch nur die an sich so große Excentricität der Marsbahn zu erkennen.

Kapitel V.

Die vier neuen Planeten.

§. 84. (Merkwürdige Reihe der Entfernungen der Planeten.) Wenn man die mittleren Distanzen der älteren Planeten von der Sonne, die wir bereits oben (I. §. 100) gegeben haben, näher betrachtet, so findet man zwischen Mars und Jupiter eine auffallend große Lücke. Bezeichnet man nämlich die mittlere Entfernung Merkurs von der Sonne mit 4, so erhält man für die der Venus 7, der Erde 10, des Mars 16, des Jupiter 52, des Saturn 100 und des Uranus 196. Diese Zahlen gehen nach einem bestimmten Gesetze fort, das man sogleich bemerkt, wenn man sie so schreibt:

Merkur 4
Venus 4 und 3
Erde 4 und 2 mal 3
Mars 4 und 4 mal 3
Jupiter 4 und 16 mal 3
Saturn 4 und 32 mal 3
Uranus 4 und 64 mal 3

Es sind aber die Zahlen 2, 4, 8, 16, 32 und 64, wie bekannt, die sogenannten 1, 2, 3, 4ten Potenzen der Zahl 2, indem man jene erhält, wenn man die Zahl 2 nach und nach mit sich selbst 2, 3, 4 mal multiplicirt. Von diesen Potenzen fehlt in der

obigen Reihe die dritte, oder die Zahl 8, und diese Lücke ist es, die den Astronomen, und unter ihnen, wie man sagt, zuerst Kepler auffiel, daher dieselben auch einen bisher unbekannten Planeten in dem großen Zwischenraume vermutheten, welcher die Bahnen des Mars und Jupiter von einander trennt. Obschon, wie man gestehen muß, die Zahlen der vorhergehenden Reihe nicht eben sehr genau sind, da sie eigentlich (I. §. 100) seyn sollten $4{,}_0$; $7{,}_5$; $10{,}_3$; $15{,}_7$; $53{,}_7$ u. f., so wollte man doch nicht von der früher gehegten Meinung abgehen, und unter den deutschen Astronomen soll es vorzüglich Bode gewesen seyn, der darauf bestand, in jenem Zwischenraume noch einen neuen Planeten zu suchen.

§. 85. (Entdeckung der vier neuen Planeten, Entfernungen und Durchmesser derselben.) Erst mit dem Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts bestätigte sich endlich der so lang gehegte Verdacht, da in jenem Zwischenraume nicht bloß einer, sondern bald nach einander vier neue Planeten gefunden wurden, nämlich

Ceres ☽ am 1. Januar 1801 von Piazzi,
Pallas ⚴ am 28. März 1802 von Olbers,
Juno ⚵ am 1. September 1804 von Harding, und
Vesta ⚶ am 29. März 1807 von Olbers.

Die Umlaufszeiten, also auch die mittlern Entfernungen dieser Asteroiden, wie sie Herschel nannte, sind alle nahe von gleicher Größe, wie man aus der bereits (I. S. 224) angeführten Tafel sehen kann. In deutschen Meilen ausgedrückt, betragen diese mittleren Entfernungen von der Sonne

bei Vesta	$49^1/_2$ Millionen Meilen
Juno	$55^3/_2$
Ceres	$57^3/_2$
Pallas	$57^3/_2$

Allein die wahren Entfernungen dieser Planeten sind, wegen der großen Excentricitäten ihrer Bahnen, sehr verschieden, besonders bei der Pallas und Juno, wo sie von 41 bis 72 Millionen Meilen gehen können. Nicht mindere Differenzen findet man auch bei ihren Entfernungen von der Erde, so daß man hat:

	kleinste Entfernung von der Erde	größte Entfernung von der Erde
Vesta	72	23 Mill. Meilen.
Juno	88	19
Ceres	81	31
Pallas	90	21

Da ihr Abstand von der Erde so veränderlich ist, so muß es auch ihr scheinbarer Durchmesser seyn, allein die Messung dieser Durchmesser scheint mit besondern Schwierigkeiten verbunden, wegen der veränderlichen Atmosphäre, mit welcher diese Planeten umgeben sind. Nach Schröters Messungen sollen diese scheinbaren Durchmesser seyn:

	der Kleinste	der Größte
Vesta	$0''{,}2$	$0''{,}5$
Juno	$0''{,}7$	$3''{,}5$
Ceres	$0''{,}9$	$2''{,}5$
Pallas	$1''{,}0$	$4''{,}2$

Nach Herschel aber soll keiner dieser Durchmesser, auch wo er am größten ist, eine ganze Secunde übersteigen. Da man sonach die scheinbaren Durchmesser dieser Himmelskörper so wenig kennt, so kann man auch ihren wahren nicht mit größerer Sicherheit angeben. Nach Schröter würden die letzten, in der angeführten Ordnung 59, 308, 350 und 452 Meilen betragen, also würde Vesta an körperlichem Inhalte 25,000mal kleiner seyn als die Erde, und selbst aus unserem Monde würde man noch 540 der Vesta gleiche Kugeln bilden können. Auf der Vesta würde ein Reisender, der täglich sechs Meilen zurücklegt, in zwei Wochen seine Antipoden besuchen und in einem Monate die sogenannte Reise um die Welt machen können.

§. 86. (Ursprung dieser Planeten.) Ueberhaupt gehören also diese Planeten zu den kleinsten Himmelskörpern, die wir kennen, und es ist sehr wahrscheinlich, daß noch mehrere, vielleicht noch viel kleinere, sich in denselben Regionen bewegen, die wir aber bisher noch nicht bemerkt haben und vielleicht auch noch lange unter den kleinen Fixsternen des Himmels übersehen werden. Mehrere Astronomen haben nämlich die Hypothese aufgestellt, daß

diese kleinen Planeten alle nur Trümmer eines einzigen großen sind, der durch die Wirkung innerer Kräfte geborsten oder durch den Anstoß eines äußeren Körpers zersprengt worden ist. Der jüngere Herschel, der diese Ansicht nicht gelten lassen will, macht dabei die Bemerkung: This may serve as a specimen of the dreams, in which Astronomers, like other speculators, occasionally and harmelessly indulge. Allein dieser Traum, wenn er einer ist, verhalf uns zur Entdeckung der Vesta. Olbers hatte nämlich schon früher bemerkt, daß Juno, Ceres und Pallas, da sie beinahe dieselbe mittlere Entfernung von der Sonne haben, auch einander immer sehr nahe kommen müssen, so oft ihre Knoten nahe in dieselbe Himmelsgegend fallen, wie dieß z. B. mit Ceres und Pallas in etwa 300 Jahren der Fall seyn wird, und in früheren Zeiten auch schon oft gewesen seyn muß. Dieses Zusammentreffen spricht allerdings für einen gemeinschaftlichen, vielleicht dem oben erwähnten ähnlichen Ursprung, und es leitete ihn zugleich auf die Idee, noch andere solcher Planeten in derjenigen Gegend zu suchen, wo diese Knoten sich mit der Zeit vereinigen, wofür er den nördlichen Flügel der Jungfrau und den ihm entgegenstehenden Punkt des Himmels angegeben hatte. Indem er selbst diese Gegenden fleißig durchsuchte, war Olbers, der schon früher die Pallas entdeckt hatte, so glücklich, auch noch die Vesta zu finden.

Da uns die Durchmesser dieser Planeten nur so unvollkommen bekannt sind, so können wir auch die Masse und Dichtigkeit derselben so wenig, als die Schwere auf ihrer Oberfläche angeben. Wahrscheinlich ist diese Schwere sehr gering und der freie Fall der Körper in der ersten Secunde kaum einen Schuh groß. Es ist möglich, daß so kleine Körper wieder nur von verhältnißmäßig kleinen Geschöpfen bewohnt sind, allein es kann auch seyn, daß, eben wegen der geringen Schwere dieser Planeten, ihre Bewohner als Riesen gegen die der Erde zu betrachten sind, unseren Wallfischen z. B. ähnlich, die dort das feste Land bewohnen, während sie bei uns nur im Wasser, das ihre Schwere so bedeutend vermindert, leben und sich frei bewegen können.

§. 87. (Neigung, Knoten und Excentricität ihrer Bahnen.) Ob-

schon die Bahnen, in welchen sich diese vier Planeten bewegen, nahe von derselben Größe sind, so sind sie doch so gegen einander geneigt, daß ein Begegnen dieser Planeten leicht vermieden werden kann, indem einige Bahnen ihre Knoten eben dort haben, wo andere in ihrer größten nördlichen oder südlichen Breite sind. Diese Bahnen zeichnen sich noch durch ihre sehr große Excentricität aus, wodurch sie den langgestreckten elliptischen Bahnen der Kometen ähnlich werden. Bei der Juno und Pallas beträgt diese Excentricität schon den vierten Theil, und bei der Vesta nahe den fünften Theil der mittlern Entfernung von der Sonne. Eben so ungewöhnlich sind die Neigungen dieser Bahnen gegen die Ecliptik. Bei den älteren Planeten gehen diese Neigungen nur bis 7 Grade, während Juno 13 und Pallas sogar $34\,^1/_2$ Grade sich von der Ecliptik entfernt. Dadurch hat der alte Thierkreis (Zodiacus) seine Bedeutung verloren. Die Alten dachten sich nämlich eine der Ecliptik parallele, zu beiden Seiten derselben zehn Grade breite Zone, in welcher sie die oben (I. S. 129) erwähnten zwölf Sternbilder annahmen und in welcher sich nebst der Sonne, deren Bahn genau in der Mitte des Thierkreises liegt, auch der Mond und alle übrigen, den Alten bekannten Planeten bewegten. Allein die vier neuen Planeten gehen, von der Erde gesehen, zuweilen so weit von der Ecliptik weg, daß der neue Thierkreis, der sie alle einschließt, eine Breite von mehr als hundert Graden haben müßte.

§. 88. (Große Störungen, welche diese Planeten erleiden.) Durch ihre großen Excentricitäten und Neigungen sind diese Planeten den Astronomen noch in einer anderen, sehr wichtigen Beziehung interessant geworden. Wir werden späterhin sehen, daß die Wirkungen, welche die Planeten auf einander äußern und wodurch sie die sogenannten Störungen ihres Ganges hervorbringen, sehr schwer, ja eigentlich ganz unmöglich genau zu berechnen sind, und daß man sich also, des vollkommenen Zustandes unserer mathematischen Analyse ungeachtet, mit einer bloßen approximirten Rechnung begnügen mußte, die glücklicher Weise hinreichte, die Beobachtungen der alten Planeten, deren Störungen durchaus nur gering sind, genügend darzustellen. Allein die

großen Excentricitäten und Neigungen der neuen Planeten sind Ursache, daß diejenigen Störungen, welche sie unter sich sowohl als vorzüglich von den viel größern ältern Planeten erleiden, ebenfalls viel bedeutender werden, als jene, und daß jene bloß annähernden Methoden nicht mehr ausreichen, um auch die Störungen der neuen Planeten den Beobachtungen gemäß darzustellen. Wir sind daher gezwungen, auf andere Mittel zu denken, um jene Approximationen noch weiter treiben zu können, oder mit anderen Worten, wir sind gleichsam von der Natur selbst aufgefordert, die Theorie der Mathematik zu vervollkommnen und neue Mittel zu finden, um durch sie die Geheimnisse des Himmels näher kennen zu lernen.

Eben so werden wir später sehen, daß diese Störungen, besonders wenn sie sehr groß sind, ein gutes Mittel geben, die Massen der störenden Planeten zu bestimmen. Newton zeigte uns nur, wie man die Massen derjenigen Planeten finden kann, die mit Satelliten umgeben sind, die Störungen aber konnte er zu diesem Zwecke nicht benutzen, da sie bei den ältern Planeten viel zu klein und auch damahls noch nicht genau genug bekannt waren. Allein die Störungen, welche die neuen Planeten z. B. durch Jupiter erleiden, sind so groß, daß sie sogar das beste Mittel an die Hand geben, die Masse dieses größten Planeten unseres Systems zu bestimmen und daß wir, erst seit wir dasselbe in der That angewendet haben, zu der eigentlichen Kenntniß dieser Masse gekommen sind.

§. 89. (Sichtbarkeit dieser Planeten.) Da diese neuen Planeten so klein sind, so muß es auffallen, daß sie demungeachtet oft in einem so hellen Lichte erscheinen. Ceres zeigt häufige Abwechslungen in ihrem Glanze. Zuweilen erscheint sie röthlich und hell, so daß man sie wohl selbst mit freien Augen sehen kann, zuweilen auch in einem schwachen weißlichen Lichte, wo sie nur durch Fernröhre sichtbar ist. Besonders merkwürdig ist aber das Licht der Vesta. Obschon dieser Planet so ungemein klein ist, so hat er doch ein sehr lebhaftes, den Fixsternen ähnliches Licht und in günstigen Verhältnissen erscheint er selbst dem freien Auge als ein Stern der sechsten Größe. Es ist möglich, daß dieser Pla-

net aus einer harten Masse besteht, die sich in ihren äußersten Schichten als eine Menge von spiegelnden Flächen, wie Demantfelsen, um ihn anlegt, oder auch, daß dieser Planet, wie die andern Sterne des Himmels, ein eigenes Licht von hoher Intensität besitzt.

§. 90. (Atmosphäre dieser Planeten.) So wie die großen Excentricitäten und Neigungen ihrer Bahnen sie den Kometen zu nähern scheinen, so werden sie diesen sonderbaren Weltkörpern auch durch die gewaltigen Atmosphären ähnlich, von welchen sie, wenigstens zuweilen, umgeben sind. Bei Ceres und Pallas scheint sich diese Atmosphäre öfter über 100 Meilen von ihrer Oberfläche zu erstrecken, wo sie dann, nach Art mancher Kometen, in einen dichten Nebel eingehüllt sind, der ihren eigentlichen Kern ganz unsichtbar macht, während sie wieder zu andern Zeiten, scharf begränzt und klein, in dem reinsten Fixsternlichte zu glänzen scheinen. Schröter wollte bemerkt haben, daß sich diese Atmosphäre oft um mehr als das Doppelte ihres Raumes zusammen ziehe und zuweilen sogar ganz verschwinde. Aehnliche, nur nicht so große Veränderungen hat man auch bei der Juno, aber nicht an der Vesta entdeckt. Wahrscheinlich gehen auf der Oberfläche jener drei Planeten gewaltige Veränderungen vor, gegen welche unsere Stürme und Ueberschwemmungen ganz verschwinden. Daß man aber bei so kleinen und in so dichte Atmosphären gehüllten Körpern noch keine Flecken entdeckt hat, und daß daher auch die Rotation derselben uns noch völlig unbekannt ist, darf kaum ausdrücklich erinnert werden.

Kapitel VI.

Jupiter.

§. 91. (Distanz, Umlaufszeit und Durchmesser Jupiters.) Dieser größte aller Planeten wird leicht an seinem hellgelben, intensiven Lichte und durch mäßige Fernröhre an seinem beträchtlichen scheinbaren Durchmesser und seinen vier Begleitern erkannt, die ihn immer umgeben und in einer geraden, durch seinen Mittelpunkt gehenden Linie gereiht erscheinen. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist nahe $5\,^1/_5$ mal größer, als die der Erde, oder gleich $108\,^1/_2$ Millionen Meilen. Die Excentricität seiner Bahn beträgt nur $^1/_{20}$ seiner mittlern Entfernung, daher steht er in seinem Aphelium (I. S. 264) $113\,^4/_5$ und in seinem Perihelium nur $103\,^2/_3$ Mill. Meilen von der Sonne ab. Seine Entfernung von der Erde aber wechselt von 79 bis 130 Mill. Meilen, so daß er uns zur Zeit seiner Opposition (I. S. 173) beinahe noch einmal so nahe steht, als in seiner Conjunction. Sein scheinbarer Durchmesser von der Erde gesehen beträgt 49 Sec. zur Zeit der Opposition und nur 30 Sec. in der Conjunction. Daraus und aus seiner Entfernung folgt (I. S. 152) der wahre Durchmesser dieses Planeten 19980 Meilen, also 11 mal größer, als der Durchmesser der Erde. Seine Oberfläche ist daher auch 121 und sein Volum 1333 mal größer, als das der Erde oder aus diesem Planeten könnte man 1333 der Erde an Größe gleiche Kugeln bilden,

aus der Sonne aber würden sich im Gegentheile 905 dem Jupiter und 1421000 der Erde gleiche Kugeln machen lassen.

In seiner mittlern Bewegung um die Sonne legt er während einer jeden Secunde nur $1\,^{7}/_{10}$ Meilen zurück, geht also nahe $2\,^{4}/_{5}$ mal langsamer als die Erde und 4mal langsamer als Merkur. Nimmt man, den neuesten Bestimmungen zufolge, seine Masse gleich $^{1}/_{1450}$ der Sonnenmasse an, so enthält er 316mal mehr Masse oder mehr materiellen Stoff, als die Erde, d. h. Jupiter in einer und 316 Erden in der andern Schaale würden die Waage im Gleichgewichte halten. Allein die Dichtigkeit dieser Masse ist nur der vierte Theil von jener der Erdmasse oder die mittlere Dichtigkeit des Stoffes, aus dem Jupiter besteht, ist nahe der unseres Bernsteines gleich. Dieser geringen Dichtigkeit ungeachtet fallen, wegen der großen Masse dieses Planeten, die Körper auf seiner Oberfläche in der ersten Secunde durch $38\,^{4}/_{5}$ Fuß.

Durch die Größe seines Umfangs oder vielmehr durch die Größe seiner Masse erscheint Jupiter gleichsam als der zweite Hauptkörper unseres Sonnensystems. In der That übertrifft er an Masse die aller andern Planeten zusammen genommen nahe dreimal. Daher ist ihm auch ein eigener Staat an den bereits erwähnten vier Monden zugewiesen, die ihn auf seinem weiten Wege um die Sonne begleiten:

With kingly state, the rival of the Sun.
Milt.

§. 92. (Unterschiede der drei entferntesten Planeten von den andern.) Dieser Planet ist gleichsam der erste einer neuen Art. In der That unterscheiden sich die bisher betrachteten, Merkur, Venus und Mars in vielen Rücksichten wesentlich von den nun folgenden, Jupiter, Saturn und Uranus; die sogenannten vier neuen Planeten sind mehr als ein Zwischenglied zu betrachten, wodurch jene beiden Reihen mit einander verbunden werden. Jene vier erfreuen sich, so wie die Erde, einer immerwährenden Nähe der Sonne, während diese immer mehr von ihr wegtreten, wie denn der Durchmesser der Sonne auf Jupiter nur mehr unter dem kleinen Winkel von $6\,^{1}/_{5}$ Min., also nahe fünfmal kleiner, als

auf der Erde, erscheint. Jene vier drehen sich alle nahe in derselben Zeit, während 24 unserer Stunden, um sich selbst, so daß also die Länge der Tage und Nächte, für die Bewohner ihrer Aequatoren, nahe eben so lang sind, als bei uns; diese drei aber, obschon sie alle bei weitem die größern sind, bewegen sich sämmtlich viel schneller um ihre eigene Axe; Jupiter und Saturn in $^2/_5$ und Uranus sogar schon während $^3/_{10}$ eines unserer Tage, so daß also hier Tag und Nacht viel schneller wechseln als dort. Aus dieser Ursache bemerkt man auch an diesen dreien, wie wir bald näher sehen werden, eine sehr starke, selbst in dieser großen Entfernung noch sichtbare Abplattung, die im Gegentheile bei jenen vier der Sonne nähern Planeten durchaus sehr klein ist. Jene vier gehören ferner im Allgemeinen zu den kleinern Planeten, denn Venus hat nur $^4/_5$, Mars $^1/_5$ und Merkur sogar nur $^1/_{25}$ des Volums der Erde, da im Gegentheile Jupiter 1333, Saturn 928 und Uranus 76mal mehr Volum, als die Erde hat. Eben so verschieden sind die Massen dieser zwei Gattungen von Planeten, denn wenn man die Masse der Erde als Einheit annimmt, so ist die der Venus $^9/_{10}$, des Merkurs $^1/_6$ und die des Mars nahe $^1/_8$, während im Gegentheile die Masse Jupiters 316, die des Saturn 95 und die des Merkurs 17 mal größer ist, als die der Erde. Endlich scheint dieser Unterschied sich selbst auf die Dichtigkeiten dieser Massen fortzusetzen, denn die Dichtigkeit Merkurs ist $3^3/_5$, der Venus $1^1/_{10}$ und des Mars $^7/_{10}$ von der der Erde, während die Dichtigkeit Jupiters und des Uranus nur $^1/_5$ und die des Saturn nur $^1/_{10}$ von der Dichtigkeit der Erde beträgt, so daß also jene vier Planeten an Beleuchtung und Erwärmung, an der Länge der Tage und an Dichtigkeit den drei entferntern vorgehen, während sie wieder von diesen an der Größe ihres Umfangs, an der Menge ihres körperlichen Stoffs und an der Abplattung ihrer Pole übertroffen werden.

§. 93. (Atmosphäre Jupiters.) Man könnte selbst noch einen andern Unterschied anführen, durch welchen sich diese zwei abgesonderten Planetenfamilien, wenn man so sagen darf, auszeichnen. Die Atmosphären nämlich, mit welchen sie alle umgeben sind, bestehen bei jenen vier der Sonne nähern Planeten

aus einem luftförmigen, äußerst lockern Gewebe, während sie bei den drei andern eine mehr feste, starre, vielleicht schon unsern tropfbaren Flüssigkeiten ähnliche Masse zu bilden scheinen. Man sieht nämlich auf der Oberfläche dieses Planeten vier bis fünf große und mehrere kleinere Streifen, die alle unserer Ecliptik oder eigentlich dem Aequator Jupiters parallel sind und von welchem die größern durch die ganze Scheibe dieses Planeten gehen. Fontana soll die drei größten derselben im J. 1633 entdeckt haben, und Campana fand mit den von ihm selbst verbesserten, für seine Zeit vortrefflichen Fernröhren i. J. 1664 vier dunkle und zwei helle Streifen. Hevel und Cassini erkannten zuerst, daß sie der Ecliptik nahe parallel sind. Die Figur Jupiters am Ende dieses Theiles zeigt diese Streifen nach den Beobachtungen des j. Herschels. Außer diesen langen Streifen sieht man noch kleinere, dunkle, wolkenartige Flecken. Von jenen größern sind die zwei dem Aequator nächsten die breitesten und dunkelsten von allen, zugleich in ihren Formen die beständigsten, die übrigen sind großen Veränderungen ihrer Gestalt sowohl, als auch ihres Ortes unterworfen. Die kleineren entstehen und verschwinden oft schon in mehreren Stunden, doch sind ihre Ortsveränderungen, wo man sie bemerkt, immer denen der großen, also dem Aequator Jupiters, parallel. Zuweilen sieht man sie, wie unsere Wolken, sich anhäufen und wieder trennen, und über einen großen Theil Jupiters verbreiten. Aus den großen Streifen laufen öfter kleinere, wie Strahlen, aus, und zuweilen sieht man auch mitten in den Streifen ganz schwarze Flecken entstehen; es scheint, daß man in diesen Streifen den dunkeln Theil der Oberfläche des Planeten sieht, wenn über diesen Theil die Atmosphäre sich trennt oder eine Oeffnung erhält, weil man diese dunkeln Flecken nie in ihrer ganzen Farbenstärke bis an den Rand der Scheibe kommen, sondern sie zuerst schwächer werden und dann allmählig verschwinden sieht, wie sie dem Rande näher kommen. Es gibt Zeiten, wo alle diese Streifen sehr schwach erscheinen, wenn auch unsere eigene Atmosphäre ganz heiter ist. Zuweilen sieht man acht bis zehn lange, parallele, nahe an einander gerückte Streifen; ja der ältere Herschel soll einmal über vierzig derselben gezählt haben.

§. 94. (Streifen und Flecken auf Jupiter.) Es ist durchaus nicht wahrscheinlich, daß diese Streifen und Flecken der Oberfläche Jupiters selbst angehören. Sie bilden sich vielmehr in der Atmosphäre dieses Planeten, weil sie in ihren Bewegungen immer von West nach Ost gehen, und weil auch die Geschwindigkeit derselben nicht mit der Umdrehung Jupiters um seine Axe übereinstimmt. Diese letzte beträgt nicht ganz zehn unserer Stunden, während diese Flecken ihre Umlaufszeit in 7, 8 bis 10 Stunden vollenden. Nahe am Aequator sieht man öfter solche Flecken, die in jeder Secunde 300 bis 400 Fuß zurücklegen, also die Geschwindigkeit unserer heftigsten Stürme mehr als achtmal übertreffen. Schröter hat sogar Flecken beobachtet, die 10000 Fuß in einer Secunde zurücklegen. Wahrscheinlich werden sie über der Oberfläche Jupiters durch starke, nach einer constanten Richtung gehende Winde, die unseren Passatwinden ähnlich sind, in Bewegung gesetzt. Wenn diese Flecken der Oberfläche des Planeten selbst angehörten, so müßten diese beinahe täglich vorkommenden Zerrüttungen die Oberfläche des Planeten gänzlich unbewohnbar machen, und man müßte annehmen, daß dort große, flüssige, unserm Meere ähnliche Massen täglich aus ihren Ufern treten und das Festland bald mit ihren Fluthen bedecken, bald wieder dasselbe trocken legen. Wenn aber auch diese Veränderungen nur in der Atmosphäre Jupiters vor sich gehen, so muß diese Atmosphäre doch von unserer irdischen sehr verschieden seyn, und eine viel größere Dichtigkeit haben. Schon Cassini beobachtete in wenigen Stunden plötzliche Verdunklungen und Aufheiterungen großer Strecken von 10000 und 20000 Quadratmeilen der Oberfläche dieses Planeten, eine Erscheinung, die Schröter besonders an den beiden Polen Jupiters sehr oft sich wiederholen sah. Die Luft, welche diesen Planeten umgibt, kömmt vielleicht an Dichtigkeit schon der unseres Wassers nahe, und die Ausdünstungen und Wolken, welche in dieser Atmosphäre von den heftigen Stürmen bewegt werden, mögen schon unsern festen Körpern oder den Wolken von Holz auf unsern Altären gleichen. Gewiß ist, daß die Revolutionen, welche in jener Atmosphäre vor sich gehen, an Intensität und Ausdehnung mit unsern Orkanen

und Stürmen nicht mehr verglichen werden können. Schon Büffon sagte daher, daß Jupiter, dessen Gestalt sich beinahe jede Stunde ändere, das Bild des Chaos zeige, und daß diese immerwährenden, gewaltsamen Aenderungen die Folge einer innern Incandescenz seyn müssen.

§. 95. (Rotation Jupiters.) D. Cassini hatte unter den vielen kleinern Flecken Jupiters einen gefunden, der seinen Ort wenigstens nicht merkbar veränderte, und er bediente sich desselben, die Rotation dieses Planeten um seine Axe zu bestimmen, die er gleich $9,_{93}$ unserer Stunden fand. Schröter erhielt später aus seinen eigenen Beobachtungen $9'',_{942}$. Die wahre Größe dieser Rotation ist schwer mit Genauigkeit zu bestimmen, da man nicht leicht einen Flecken ohne Ortsveränderung trifft. Der ältere Herschel verfolgte diesen Gegenstand lange und fand mehrere Resultate von $9'',_{86}$ bis $9'',_{92}$, der jüngere Herschel nimmt dafür $9'',_{93}$ an.

§. 96. (Abplattung Jupiters.) Diese schnelle Umdrehung einer so ungeheuern Kugel ist sehr merkwürdig. Nach ihr legt ein Punkt des Aequators in einer Secunde $1\,^{7}/_{10}$ Meilen oder 39070 P. Fuß, also nahe 27 mal mehr, als ein Punkt des Erdäquators zurück, während der Mittelpunkt dieses Planeten in seinem Laufe um die Sonne während jeder Secunde nahe $1\,^{8}/_{10}$ Meilen fortgeht. Diese beiden Geschwindigkeiten, der Rotation und der Revolution, sind also hier nur sehr wenig verschieden, und auch dieß ist eine den drei äußersten Planeten gemeinsame Eigenschaft, durch welche sie sich von den vier anderen unterscheiden. Bei Jupiter und Saturn sind diese beiden Geschwindigkeiten sehr wenig, und bei Uranus, so viel wir aus unseren bisherigen Beobachtungen schließen können, gar nicht verschieden, während im Gegentheile die fortrückende Bewegung zu der rotirenden sich verhält bei Merkur wie 302, bei Venus wie 78, bei der Erde wie 67 und bei Mars wie 96 zu 1. — Diese schnelle Rotation Jupiters hat auch eine sehr große Abplattung an seinen Polen zur Folge. Nach den ersten Bestimmungen derselben, von D. Cassini i. J. 1666, soll sich die große Axe Jupiters

zur kleinen wie 15 zu 14 verhalten, oder seine Abplattung soll gleich $\frac{1}{15}$ seyn. Später fand Pound diese Abplattung gleich $\frac{1}{13,4}$. Short bestimmte mit einem sehr guten Heliometer dieselbe zu $\frac{1}{14,}$ Köhler zu $\frac{1}{14,5}$ und Schröter sogar zu $\frac{1}{12}$. Nach der letzten Bestimmung würde also der Aequatorialhalbmesser Jupiters die halbe Polaraxe desselben um 800 Meilen übertreffen, während bei der Erde dieser Unterschied nur etwa 3 Meilen beträgt. Daß aber die Abplattung mit der Rotations-Geschwindigkeit wachsen muß, ist schon oben (I. S. 72) gezeigt worden. Nach den neuesten Beobachtungen von Struve betragen diese zwei Durchmesser Jupiters in seiner mittlern Entfernung 38″,442 und 35″,643, also die Abplattung $\frac{1}{13,74}$. Auch stimmt diese starke Abplattung sehr gut mit der Theorie von der Gestalt der Himmelskörper. Laplace, dem wir die Entwicklung dieser Lehre vorzüglich verdanken, war sogar der Ansicht, daß die Bestimmung der Abplattung Jupiters, durch die Theorie genauer ist, als die der unmittelbaren Beobachtung, welche letzte in der That mit großen Schwierigkeiten verbunden ist, wie schon die so eben erwähnten, unter sich sehr abweichenden Angaben zeigen.

§. 97. (Jahreszeiten auf Jupiter.) Die Axe seines Aequators ist gegen die Axe seiner Bahn nur um den kleinen Winkel von drei Graden geneigt, d. h. die Schiefe der Ecliptik beträgt bei Jupiter nur drei Grade, nahe achtmal weniger als bei der Erde. Da aber der Wechsel der Jahreszeiten von der Größe dieser Schiefe abhängt, so folgt, daß auf Jupiter dieser Wechsel sehr gering, oder daß der Sommer nur sehr wenig von dem Winter verschieden seyn wird. Dasselbe gilt auch von den Tageszeiten; bloß die Gegenden zunächst um die beiden Pole ausgenommen, denen die Sonne eine Zeit ihres Jahres nicht auf- oder nicht untergeht, ist für bei weitem den größten Theil der Oberfläche Jupiters das ganze Jahr hindurch der Tag und die Nacht von nahe gleicher Länge d. h. gleich fünf unserer Stunden. Desto fühlbarer mag aber für die Bewohner dieses Planeten der Unterschied der Klimate seyn, wenn sie gleich den Unterschied ihrer Jahreszeiten vielleicht nur mit Mühe bemerken. Die Temperatur

und die Witterung wird nämlich für dasselbe Land im Sommer und Winter nur wenig verschieden seyn, aber es wird, in Beziehung auf dieselben Eigenschaften, sehr viel darauf ankommen, ob das Land nahe oder ferne von dem Aequator liegt. In der dem Aequator zunächst liegenden Zone herrscht ein ewiger Frühling oder Sommer, da die Sonne beinahe immer in dem Scheitel der Bewohner dieser Zonen erscheint. Unter den beiden Polen aber sieht man die Sonne, selbst wenn sie, in der Mitte ihres sogenannten Sommers, am höchsten steht, nur drei Grade über dem Horizonte. Diese unglücklichen Gegenden müssen also unter ewigen Schneefeldern und Eisgebirgen begraben seyn, die um so weniger aufthauen oder abnehmen können, da die über hundert Millionen Meilen entfernte Sonne auf den Jupiter nur mehr als eine sehr kleine Scheibe, siebenundzwanzigmal kleiner als auf der Erde, erscheint. Aehnliche scharfe Abschnitte des Klimas wird man auch in den zwischen jenen beiden Extremen liegenden Gegenden bemerken, da die lange Dauer der Jahreszeiten (sein Jahr ist zwölf der unseren gleich) dort auch einen stärkeren und bleibenderen Eindruck machen wird, und es ist daher sehr wahrscheinlich, daß die constanten, dem Aequator parallelen Streifen, von welchen wir oben gesprochen haben, eine Folge dieses Eindrucks, gleichsam ein stehender Typus der dort so sehr verschiedenen Klimate seyn mögen.

§. 98. (Masse Jupiters.) So wie die Umlaufszeit und die Abplattung dieses Planeten nur schwer mit Genauigkeit zu bestimmen ist, eben so große und wohl noch größere Schwierigkeiten bot die Masse desselben dar, deren genaue Kenntniß den Astronomen doch sehr wichtig ist, weil von ihr der größte Theil der Störungen abhängt, welche die anderen, besonders die ihm näher stehenden Planeten erfahren. Wir werden im Folgenden sehen, auf welche Weise man das Verhältniß der Masse eines mit Satelliten versehenen Planeten gegen die Masse der Sonne bestimmen kann, wenn die Umlaufszeit des Planeten um die Sonne, die Umlaufszeit des Satelliten um seinen Hauptplaneten, und endlich der scheinbare Halbmesser der Bahn dieses Satelliten zur Zeit der mittlern Entfernung des Jupiters von der Sonne durch

die Beobachtungen gegeben ist. Nennt man nämlich a das Product des Würfels dieses Halbmessers, multiplicirt in das Quadrat der Umlaufszeit des Planeten, dividirt durch das Quadrat der Umlaufszeit des Satelliten, so findet man die Masse dieses Planeten gleich der Größe a dividirt durch 1 — a, wenn die Sonnenmasse als Einheit vorausgesetzt wird. Schon der große Newton hat uns diese Methode bekannt gemacht und sie auch zugleich auf Jupiter angewendet. Indem er den Halbmesser der Bahn des vierten Satelliten aus den Beobachtungen seines Freundes Halley zu Grunde legte, fand er (Princ. philos. nat. math. Amsterd. 1723) die Masse Jupiters gleich $\frac{1}{1633}$ der Sonnenmasse. Später nahm er aus Pound's Messungen einen andern Halbmesser jener Bahn an und fand für diese Masse $\frac{1}{1067}$ und diese letzte wurde von allen Astronomen des 18ten Jahrhunderts als die wahre angenommen, wie sie denn auch in der Mec. céleste des Laplace als eine Angabe betrachtet wird, mit welcher sich, in Beziehung auf ihre Genauigkeit, nur wenig andere astronomische Resultate vergleichen lassen sollen.

Allein außer diesen Satelliten giebt es auch noch ein anderes Mittel, die Massen der Planeten, vorzüglich so großer Planeten, zu bestimmen, die Störungen nämlich, welche andere Planeten von ihnen erfahren und die natürlich desto bedeutender seyn müssen, je größer die störende Masse ist, daher man auch umgekehrt, aus den Wirkungen, die durch unmittelbare Beobachtungen gegeben werden, auf die Ursache dieser Wirkungen, d. h. auf die Massen der störenden Planeten zurückschließen kann. Bouvard unternahm es, auf den Rath seines großen Freundes Laplace, auf diesem Wege die Masse Jupiters durch die Störungen zu bestimmen, welche Saturn von ihm leidet, und er fand daraus die Masse Jupiters $\frac{1}{1073}$, also nur unbedeutend von jener letzten Bestimmung verschieden. Diese Uebereinstimmung vorzüglich war es, die zu dem Schlusse zu berechtigen schien, daß wir die Masse Jupiters mit so großer Schärfe kennen. Allein Jupiter bringt in

den Bewegungen der vier neuen, kleinen Planeten noch viel bedeutendere Störungen hervor, als an Saturn. Gauß war der erste, der dieß erkannte und auch sogleich anwendete. Er fand aus seinen Berechnungen der Pallas, so wie Nicolai aus den Untersuchungen der Juno, daß die bisher für so genau gehaltene Masse Jupiters um ihren 80sten Theil vergrößert werden und daher nahe $\frac{1}{1\,054}$ seyn müsse. Später fand Encke aus der Bewegung der Vesta, so wie aus der Berechnung des nach ihm benannten Cometen, nahe dieselbe Vergrößerung.

§. 99. (Die Schwere wirkt auf alle Körper gleich.) Da man aber noch immer sich von der Idee der hohen Genauigkeit jener ersten Bestimmung der Jupitersmasse durch seine Trabanten nicht trennen wollte, und doch auf dem andern Wege, an dessen Sicherheit man auch nicht zweifeln konnte, ein ganz anderes Resultat fand, so gerieth man auf die Muthmaßung, die sich schon früher mehrmals geregt hatte, daß die Anziehung der Erde und der Planeten überhaupt nicht auf alle Körper dieselbe sey, sondern daß sich auch etwas den chemischen Verwandtschaften Aehnliches in die Sache mischen könnte. Man stellte dem gemäß die Behauptung auf, daß Jupiter aus dieser Ursache, auf die vier neuen Planeten mit einer nahe um $^1/_{80}$ stärkern Anziehung wirke, als auf seine vier Monde. Diese Sache gab zu vielen gelehrten Diskussionen und weitläufigen Berechnungen Gelegenheit, die aber zu keinem bestimmten Resultate geführt haben. Man suchte sich endlich auf anderen Wegen von der Unwahrscheinlichkeit der Voraussetzung, daß dieselbe Masse auf verschiedene Materien verschieden wirken solle, zu überzeugen. Schon Newton hat durch Pendelversuche, in welchen er verschiedene Körper, Metalle, Steine, Beine, Flüssigkeiten u. dgl. schwingen ließ, gezeigt, daß unsere Erde die verschiedenartigsten Materien alle gleich stark anziehe. Bessel in Königsberg, dem die Astronomie schon so viel verdankt, hat diese Versuche noch erweitert und mit besonderer Genauigkeit angestellt, selbst auf die Meteorsteine fortgesetzt, die vielleicht von fremden Weltkörpern zu uns gelangen, und überall Newtons Resultat vollkommen bestätiget gefunden.

Wir haben noch mehrere andere Erscheinungen, die diesen Schluß bestätigen. Die Parallaxe des Monds z. B. läßt sich aus den Pendelschwingungen an der Erde mit der größten Schärfe berechnen und sie stimmt genau mit der unmittelbaren Beobachtung dieser Parallaxe, überein; zum Beweise, daß die Erde den Mond genau auf dieselbe Weise, wie das Pendel, anzieht. Die Parallaxe der Sonne läßt sich aus einer Störungsgleichung des Monds durch die Erde berechnen, und auch diese harmonirt sehr gut mit derjenigen Sonnenparallaxe, die wir aus den Durchgängen der Venus in den Jahren 1761 und 1769 (S. oben II. S. 87) abgeleitet haben, zum Beweise, daß die Sonne unsere Erde ganz eben so, wie unsern Mond, anzieht. Blos also die von Bouvard berechneten Störungen des Saturn durch Jupiter scheinen mit diesem Satze, so wie mit der Massenbestimmung dieses Planeten durch seine Monde, im Widerspruche zu stehen, so lange man nämlich nicht annehmen wollte, daß Bouvards Rechnungen und daß auch die mit ihnen übereinstimmende Masse Jupiters aus seinen Satelliten irgend einer Verbesserung bedürfen könnten.

Jene Rechnungen sind bisher, so viel uns bekannt, nicht wiederholt worden, aber wohl ist dieß mit der Methode, die Masse Jupiters aus seinen Satelliten zu bestimmen, allein leider erst in unseren Tagen geschehen, so daß man unbegreiflicher Weise jene alten Messungen von Pound, auf die schon Newton seine Rechnung gegründet hat, durch mehr als hundert Jahre für unverbesserlich gehalten hat, ohne sie mit den seitdem so wesentlich verbesserten Instrumenten zu wiederholen. Blos Triesnecker in Wien kam auf diesen Gegenstand einmal zurück und suchte i. J. 1794 die Halbmesser der Bahnen dieser vier Monde mit Hilfe eines $3\frac{1}{2}$ füßigen Dollond'schen Objectivmikrometers zu bestimmen. Er machte diese seine, für jenes Instrument recht gute Beobachtungen in den Wiener Ephemeriden f. d. J. 1797 bekannt, und Wurm hat auf diese Messungen eine neue Massenbestimmung Jupiters zu gründen gesucht (Mon. Corr. V Band), allein da er sich mehrere willkührliche Aenderungen an den Beobachtungen Triesneckers erlaubte, so ist auch seine Massenbestimmung, die er

gleich $\frac{1}{1070}$ findet, nicht als richtig anzunehmen. Behält man aber jene Beobachtungen, wie es seyn soll, unverändert bei, so folgt daraus die Masse Jupiters $\frac{1}{1040}$. Erst in unsern Tagen hat Prof. Airy in Cambridge diese Messungen der Halbmesser der Satellitenbahnen an seinem großen Aequatorial wieder vorgenommen und aus seinen sehr genauen und mit vieler Umsicht angestellten Beobachtungen diese Masse gleich $\frac{1}{1043}$ gefunden, was sehr nahe mit Triesnecker und auch nahe genug mit den Störungen der vier neuen Planeten übereinstimmt. Dadurch ist also zugleich erwiesen, daß Jupiter ganz auf dieselbe Weise auf seine Monde, wie auf die vier neuen Planeten wirkt, und eine mit größerer Sorgfalt wiederholte Berechnung der Störungen Saturns wird wahrscheinlich auch hier die gewünschte Uebereinstimmung zeigen.

§. 100. (Anblick des Himmels auf Jupiter.) Nach allem, was wir bisher über die Oberfläche dieses größten aller Planeten kennen gelernt haben, müssen wir zugeben, daß es auf demselben ganz anders, als auf unserer Erde aussehen mag. Er ist mit einer Atmosphäre umgeben, die an Dichtigkeit der unserer tropfbaren Flüssigkeiten nahe kömmt, deren Wolken schon ganz solide Körper zu seyn scheinen, und in der immerwährend Revolutionen vor sich gehen, gegen welche unsere heftigsten Stürme und Ungewitter nur als Kleinigkeiten zu betrachten seyn mögen. Ohne Zweifel wird dieser Planet auch von großen Strömen und ausgebreiteten Meeren bedeckt seyn, deren Ausdünstungen sich in seine Atmosphäre erheben und da jene dichten Wolken erzeugen. — Wegen der geringen Schiefe seiner Ecliptik sind die Jahreszeiten und die Temperaturen desselben nur sehr wenig verschieden, aber dafür dauert jede dieser vier Jahreszeiten so lange, als bei uns drei volle Jahre. Die Höhe der Sonne ändert sich für jeden gegebenen Ort, während dem Lauf eines ganzen Jahres, nur um sechs Grade, während bei uns, in einer zwölfmal kürzern Zeit, diese Aenderung schon sieben und vierzig Grade beträgt. Die Bewohner des Aequators haben

die Sonne beinahe immer in ihrem Zenithe, und selbst wenn sie am tiefsten steht, ist sie nur drei Grade von ihrem Scheitel entfernt. Die beiden Pole aber haben abwechselnd durch eine Zeit, die sechs Jahren der Erde gleichkömmt, immerwährend Tag oder Nacht. Wenn diese lange Nacht aufhört, und die Sonne den Bewohnern der Pole wieder erscheint, um wieder sechs Erdenjahre für sie nicht unterzugehen, so schleicht sie doch nur an ihrem Horizonte herum und erhebt sich auch im Mittag nicht mehr als drei Grade über denselben. Aber auch in den andern Gegenden, zwischen dem Aequator und den Polen, sind die Klimate schroff und scharf abgeschnitten und der Unterschied weniger Grade der Breite muß schon eine große und constante Veränderung der Temperatur hervorbringen. So lange übrigens die Jahreszeiten auf diesem Planeten dauern, so kurz sind im Gegentheile wieder die Tageszeiten, da dort Tag und Nacht zusammen genommen noch nicht zehn unserer Erdstunden betragen. Der Unterschied zwischen dem Tag im engern Sinne des Wortes, d. h. zwischen der Anwesenheit der Sonne über dem Horizonte und der Nacht, ist dort, etwa die nächsten Gegenden an den Polen ausgenommen, immer nur sehr klein und die meisten Orte haben durch das ganze Jahr Tag und Nacht nahe gleich groß und zwar gleich fünf unserer Stunden. Dieser schnelle Wechsel des Lichts mit der Finsterniß muß auf die Lebensweise der Bewohner dieses Planeten von wesentlichen Einflüssen seyn, wenn sie anders, so wie wir, den Tag ihren Beschäftigungen und Vergnügungen, und die Nacht der Ruhe und dem Schlafe widmen. Wenn sie mit ihren Arbeiten jeden Tag zu Ende kommen wollen, so müssen sie in wenigen Minuten vollenden, wozu wir ganze Stunden brauchen, und also wohl eine besondere Schnellkraft des Geistes und des Körpers haben. In der That, wie wenige von uns würden zufrieden seyn, wenn ihre Nächte nur fünf Stunden dauerten, und wenn sie schon wieder aufstehen müßten, nachdem sie sich kaum zu Bette gelegt haben. Wie sehr würden selbst die Virtuosen unter unsern Gourmands in Verlegenheit kommen, wenn sie, in einem Zeitraume von fünf Stunden, schon drei oder vier Mahlzeiten zu sich nehmen müßten. Und wie sehr würden erst unsere Frauen

über die kurzen Nächte und die noch kürzeren Bälle von nicht einmal fünf Stunden klagen, da sie schon zur Vorbereitung dazu mehr als doppelt so viel Zeit gebrauchen? Desto zufriedener werden im Gegentheile die Astronomen dieses Planeten seyn, wenn es anders noch daselbst auch Leute gibt, die es der Mühe werth achten, zuweilen wenigstens einen Blick auf den gestirnten Himmel zu richten. Die Sonne zwar erscheint ihnen viel kleiner, im Durchmesser über 5, und in der Fläche 27 mal kleiner, als uns, daher auch die Beleuchtung, die Jupiter von der Sonne erhält, 27 mal schwächer ist, als die unserer Erde, und sogar 180 mal geringer, als die Beleuchtung, deren sich Merkur, der nächste Planet an der Sonne, erfreut. Aber eben diese Düsterkeit ihrer Tage wird den Astronomen Gelegenheit geben, die übrigen größern Gestirne, auch ohne Fernröhre, selbst um die Zeit ihres Mittags zu sehen. Wenn sie überdieß ihre Zeitrechnungen, so wie wir, in letzter Instanz auf die Länge ihrer Tage beziehen, welche viel genauere Zeitbestimmung werden sie dann haben, da ihre Tage nur zehn unserer Stunden dauern. In diesen zehn Stunden schwingen sich alle Gestirne des Himmels mit einer Schnelligkeit herum, die es ihnen ungemein leicht machen muß, den Ort derselben für jeden Augenblick mit der größten Schärfe zu bestimmen. Da die Körper in ihrem freien Falle auf der Oberfläche dieses Planeten, wie wir gesehen haben, in der ersten Secunde durch 38 Fuß fallen, oder da die Schwere auf der Oberfläche dieses Planeten bald dreimal größer ist, als auf der Erde, so würde unser Secundenpendel von drei Fuß dort in einer Secunde schon zwei Schwingungen vollenden, und ein Pendel, welcher auf Jupiter seine Schwingungen in einer unser Secunden machen soll, müßte eine Länge von acht Fuß haben. Diese schnelle Rotation um ihre Axe wird daher den Astronomen Jupiters ein Mittel geben, ihre Zeit mit der größten Schärfe zu bestimmen, und dieß ist bekanntlich eines der wichtigsten Elemente aller practischen Astronomie. Die vielen Finsternisse, welche ihnen ihre vier Monde bereiten, und die beinahe täglich vorfallen, werden ihnen nicht nur den Anblick des gestirnten Himmels verschönern, sondern die vielen künstlich in einander verschlungenen Bewegungen dieser Monde

werden ihnen auch Gelegenheit geben, die vorzüglichsten Eigenschaften derselben bald und mit großer Schärfe kennen zu lernen. Um endlich die Entfernungen der Himmelskörper unter sich selbst sowohl, als auch von Jupiter zu bestimmen, müssen sie vor allem eine recht große Basis (I. S. 158) haben, die sie ihren Beobachtungen der Parallaxe zu Grunde legen können. Aber welche größere Basis können sie wünschen, als die, die ihnen durch den Halbmesser ihres großen Planeten in Beziehung auf die Entfernung jener Monde von dem Mittelpunkte dieses Planeten gegeben ist. Unser Mond ist 60 Erdhalbmesser von uns entfernt, und dieß war genug, die Parallaxe dieses unsers Begleiters mit der größten Genauigkeit zu bestimmen. Die Sonne im Gegentheile steht über 20000 Erdhalbmesser von uns ab, daher wir ihre Parallaxe nur schwer mit großer Schärfe bestimmen können. Allein der nächste Satellit Jupiters ist nicht einmal sechs volle Halbmesser Jupiters von dem Mittelpunkte dieses Hauptplaneten entfernt, und seine Parallaxe kann daher mit einer Genauigkeit bestimmt werden, mit welcher sich keine unserer irdischen Beobachtungen vergleichen läßt. Selbst die Bestimmung der Sonnenparallaxe ist dort weniger Schwierigkeiten, als auf der Erde, unterworfen. Zwar ist Jupiter nahe fünfmal weiter, als die Erde, von der Sonne entfernt, aber der Halbmesser Jupiters ist dafür nahe zwölfmal größer, als der Halbmesser der Erde, daher für jenen Planeten die Sonnenparallaxe 19 Secunden beträgt, während sie bei uns nur 8 Secunden hat, also mehr als die Hälfte kleiner und eben deßwegen auch viel schwerer zu bestimmen ist.

Kapitel VII.

Saturn und sein Ring.

§. 101. (Entfernung und Umlaufszeit Saturns.) In einer über neunmal größeren Entfernung als die Erde durchwandelt Saturn seine weite Bahn um die Sonne in einer Zeit von $29^1/_2$ Jahren. Man erkennt ihn an seinem matten, weißen Lichte ohne Strahlen, und einmal erkannt, wird er immer wieder leicht aufgefunden, da er seinen Ort unter den Sternen so langsam ändert und $2^1/_2$ Jahre in demselben Sternbilde verweilt. In seiner mittleren Bewegung legt er in jeder Secunde nur $1^3/_{10}$ Meilen zurück, geht also fünfmal langsamer als Merkur und selbst noch $3^1/_2$ mal langsamer als die Erde. So geht er, der alte Gott der Zeit, langsam und unbemerkt, wie diese Zeit selbst, seinen Weg von mehr als hundert und neunzig Millionen Meilen um die Sonne, die ihm in der großen Entfernung, um welche er von ihr absteht, nur mehr unter einem Durchmesser von 200 Sec., also $9^1/_2$ mal kleiner, als uns, erscheint. Die ganze Oberfläche der Sonne aber erscheint ihm 90 mal kleiner, als der Erde, daher auch die Beleuchtung, die Saturn von der Sonne erhält, 90 mal geringer ist, als unsere Tageshelle, so daß der schönste Mittag auf diesem Planeten nur unserer tiefsten Dämmerung, unmittelbar vor dem Einbruche der Nacht, zu vergleichen ist. Seine mittlere Entfernung von der Sonne beträgt nahe 200 Mill. Meilen. Das oben (II. S. 31)

erwähnte schnell segelnde Schiff würde diese Distanz erst in 5400 Jahren, und eine Kanonenkugel, die in jeder Secunde 600 Fuß zurücklegt, in 240 Jahren zurücklegen. Das Licht aber mit seiner unbegreiflichen Geschwindigkeit kömmt schon in 1 Stunde 18 Min. von der Sonne bis zu Saturn.

Wegen der nicht unbeträchtlichen Excentricität der Bahn dieses Planeten kann sich derselbe bis 188 Mill. Meilen der Sonne nähern, und bis 210 Mill. Meilen von ihr entfernen. Von der Erde aber ist sein Abstand zu verschiedenen Zeiten viel mehr verschieden, indem er sich ihr bis 160 Mill. Meilen nähern und wieder bis 223 Mill. Meilen von ihr entfernen kann.

§. 102. (Größe und Masse Saturns.) Der wahre Durchmesser Saturns beträgt 17090 Meilen, also nicht viel weniger als der des Jupiter, und nahe zehnmal mehr, als der der Erde. Wenn er der Erde am nächsten steht, so erscheint dieser Durchmesser unter dem Winkel von 21 Sec., in seiner größten Entfernung aber nur unter 15 Sec. An Oberfläche übertrifft er die der Erde 95 mal, und an körperlichem Inhalte 928 mal, so daß man also aus ihm 928 der Erde gleiche Kugeln bilden könnte. Allein die Masse, aus der er besteht, ist nur der 3512te Theil der Sonnenmasse, oder nahe 95 mal größer als die Masse der Erde. Daraus folgt, daß die Dichtigkeit dieser Masse ungemein gering, nur etwa der zehnte Theil der Dichte der Erdmasse ist. Diese Masse ist überhaupt die lockerste von allen Planetenmassen, und nahe nur zweimal so dicht, als die unseres Korkholzes. Es möchte schwer seyn, zu sagen, welchen Einfluß eine solche Einrichtung auf die vegetabilische, auf die thierische und selbst auf die intellectuelle Welt dieses Planeten haben mag. Was endlich die Kraft der Schwere betrifft, so wirkt sie auf diesem Planeten nahe eben so, wie auf der Erde: die Körper fallen nämlich in der ersten Secunde durch $14\frac{1}{2}$ P. Fuß.

§. 103. (Streifen und Atmosphäre Saturns.) Auch Saturn ist mit solchen Aequatorialstreifen, wie Jupiter, versehen, sie sind sogar noch breiter, aber an Farbe weniger von der übrigen Fläche des Planeten ausgezeichnet. Ohne Zweifel gehören auch sie der Atmosphäre desselben an, obschon diese Luft und diese

in ihr schwimmenden Wolken sehr von den irdischen verschieden seyn mögen. Schröter hat in diesen Streifen häufig bedeutende Aenderungen bemerkt, was auf große Revolutionen in der Atmosphäre schließen läßt, da sie uns in einer so großen Entfernung noch sichtbar sind. Derselbe Beobachter, so wie der ältere Herschel haben auch denjenigen Pol des Saturn, der eben von der Sonne abgewendet ist, und seinen Winterschlaf hat, beständig heller und weißer, als den anderen gefunden, wahrscheinlich eine Folge der großen Kälte, die zur Winterszeit unter diesen Polen auf einem Planeten herrschen mag, der die Sonne 90 mal kleiner sieht, als wir, und dessen Winter volle $7^1/_4$ unserer ganzen Jahre dauert. Man will bemerkt haben, daß die Sterne, denen Saturn auf seinem Laufe begegnet, und mit seinem Körper für uns bedeckt, wenn sie ihm näher rücken, allmählig schwächer werden, bis sie endlich hinter seinem Rande gänzlich verschwinden. Dasselbe soll auch der Fall mit seinen Monden seyn, von welchen wir später sprechen werden. Man würde diese Erscheinung als einen Beweis ansehen können, daß die Atmosphäre dieses Planeten, wenigstens in ihren untern Schichten, sehr dicht seyn müsse.

§ 104. (Rotation Saturns.) Aus der Beobachtung einiger Flecken auf der Oberfläche Saturns hat man die Rotation desselben zu $10^1/_2$ unserer Stunden abgeleitet. Künftige genauere Beobachtungen werden dieses Resultat wohl noch verbessern, indeß ist diese schnelle Umdrehung eines so großen Planeten immer merkwürdig. Der Aequator desselben ist gegen seine Bahn unter einem Winkel von nahe 30 Graden geneigt, woraus folgt, daß die Jahreszeiten Saturns viel stärker verschieden und schärfer bezeichnet sind, als die der Erde, während sie, wie wir gesehen haben, auf Jupiter beinahe gar nicht verschieden sind, und während wieder die Tage dieser zwei größten Planeten unseres Sonnensystems beinahe dieselbe Länge haben.

§. 105. (Abplattung Saturns.) Diese schnelle Umdrehung Saturns läßt auch eine starke Abplattung an seinen Polen erwarten. Der ältere Herschel fand diese Abplattung gleich dem eilften Theil der halben Aequatorialaxe, allein er fand auch noch eine andere Art von Erhöhung des Randes an vier einander

gegenüber stehenden Stellen, nahe in der Mitte zwischen Pol und Aequator, so daß der Durchmesser Saturns in der Richtung dieser Erhöhungen gleich 1, der Durchmesser des Aequators gleich $0,_{97}$ und endlich der Polardurchmesser gleich $0,_{89}$ seyn soll. Allein Schröter, der diesen Gegenstand anhaltend untersuchte, fand die äußere Gestalt und Abplattung Saturns fortwährenden, großen Aenderungen unterworfen, vielleicht, weil diesen Planeten eine flüssige Hülle umgiebt, die einer immerwährenden Ebbe und Fluth unterworfen ist, oder auch, weil der Körper desselben in der That von der Gestalt einer Kugel beträchtlicher abweicht, als wir dieß bisher bei andern Planeten beobachtet haben.

Ring des Saturn.

§. 106. (Wie Saturn den früheren Astronomen erschien.) Wenn man diesen Planeten auch nur durch ein sehr schwaches Fernrohr beobachtet, so bemerkt man sogleich, daß er von der runden Gestalt der übrigen Himmelskörper abweicht und mehr eine elliptische oder eyförmige Gestalt hat. Galilei, der das damals kaum erfundene Fernrohr (ein sogenanntes holländisches, mit einer Vergrößerung von 33, und ohne Zweifel keines der bessern dieser Art) der erste i. J. 1612 zur Erweiterung unserer Kenntniß des gestirnten Himmels anwendete, entdeckte die sonderbare Form dieses Planeten sogleich; aber, da er ihn nicht deutlich genug sehen konnte, so behauptete er, Saturn bestehe aus drei an einander befestigten Körpern, Saturnus triformis. Er hielt die zwei zu den beiden entgegengesetzten Seiten der eigentlichen Kugel stehenden Körper für Monde, die aber keine Bewegung um die Kugel haben und gleichsam an sie angeheftet seyn sollten. Er erklärte diese Meinung selbst für etwas sonderbar und verließ sie auch später wieder, als er, einige Jahre darauf, den Saturn ganz rund erblickte. Seine vermeinte Entdeckung wurde über zwanzig Jahre von den andern Astronomen verfolgt, aber keiner derselben konnte sich von der Idee eines solchen befestigten Mondenpaares los ma-

chen, wahrscheinlich, weil ihre Fernröhre alle zu unvollkommen waren, um diesen entfernten Himmelskörper in seiner wahren Gestalt zu zeigen. Noch im Jahre 1633 sah Gassendi aller seiner Mühe ungeachtet doch nichts als diese eingebildeten Monde. Hevelius, der diesen Planeten von den Jahren 1647 bis 1656 eifrig verfolgte, bemerkte wohl, daß diese zwei kleinen Seitenkugeln, diese imaginairen Monde mit der großen Kugel Saturns durch Arme oder Henkel zusammen hängen und daß Saturn seine Gestalt überhaupt von Jahr zu Jahr auf eine sehr sonderbare Weise ändere, aber er konnte doch den eigentlichen Grund dieser auffallenden Veränderungen nicht entdecken. Dafür gab er in seinem Werke (De Saturni facie. Danzig 1656) eine Menge von barbarischen Namen an, durch welche er die verschiedenen Gestalten dieses Planeten näher bezeichnen wollte. Hodierna war der Meinung, daß Saturn die Gestalt eines Eyes habe, mit zwei dunkeln Flecken an den beiden Seiten, und daß die Abwechslung seiner Gestalt von einer Umdrehung dieses Eyes um seine Axe komme. Riccioli behauptete, daß Saturn mit einem dünnen Armillarringe umgeben sey, der in zweien seiner Punkte an der Kugel des Planeten befestiget seyn sollte, womit dieser Jesuit, der auch Copernicus und Kepler verbessern wollte, die Entdeckung Huygen's, die damals schon allgemein bekannt war, zu rectificiren gedachte.

§. 107. (Huygens entdeckt den Ring Saturns.) Im Jahre 1659 erschien nämlich das **Systema Saturnium** von Huygens, in welchem dieser vortreffliche Astronom und große Beobachter die wahre Gestalt dieses Planeten bekannt machte, so wie er sie durch das von ihm selbst verfertigte, für seine Zeit sehr gute Fernrohr i. J. 1655 gesehen hatte. Er zeigte, daß die Kugel Saturns ringsum von einem dünnen, breiten, freischwebenden Ringe umgeben ist. Sofort erschienen mehrere Widerlegungen, wie dieß bei allen wichtigen Entdeckungen, die sich auch andere gerne zueignen möchten, zu geschehen pflegt. Außer der bereits erwähnten von Riccioli erhob sich ein gewisser Fabri, aus demselben Orden, der unter dem falschen Namen eines **Eustachius de divinis** die Erklärung Huygens heftig angriff, nebst mehrern andern, die jetzt keiner weitern Erwähnung mehr werth sind. Alle besonnenen,

bessern Astronomen erkannten sofort die Wahrheit, wie sie ihnen von Huygens gezeigt wurde und reihten sich auf seine Seite, und in unsern Tagen giebt es vollends keinen Menschen mehr, der daran zweifeln könnte, wenn er auch nur mit einem Blicke durch unsere besseren Fernröhre den Gegenstand selbst gesehen hat. Statt dieser Obtrectatoren, die ihre Rolle bald ausgespielt hatten, kam ein anderes Heer von nicht viel besseren Speculanten, die man auch hinter jeder neuen und wichtigen Erscheinung herlaufen sieht, jene Theoretiker, wie sie sich selbst so gerne nennen, die selbst keine Entdeckungen machen, aber dafür die der andern berichtigen und erklären und dadurch, wie sie in ihrer Bescheidenheit wähnen, dem Ganzen erst die Krone aufsetzen und bei der ganzen Sache sich selbst das Hauptverdienst sichern. Es entstand nämlich die Frage, woher dieser Ring komme und wie er entstanden seyn könne? Da fehlte es denn nicht an Erklärungen aller Art. Der eine, Roberval, sonst ein sehr schätzbarer Geometer, behauptet, daß dieser Ring blos durch die Dünste gebildet werde, die sich von der Oberfläche des Saturn erheben; der andere hielt ihn für die eigentliche Atmosphäre dieses Planeten; ein Dritter sagte, dieser Ring sey blos der Ueberrest einer großen Kugel, die bis auf ihren Aequator zusammen geschmolzen sey, und Maupertuis endlich ließ ihn aus einem Kometenschweife entstehen, der sich um die Kugel des Saturn herum geschwungen habe und an ihm hängen geblieben sey.

Die besseren Astronomen, die eigentlichen Naturforscher, bemühten sich, die von Huygens gemachte Entdeckung zu verfolgen und in ihren einzelnen Theilen, durch ihre eigenen Beobachtungen, immer mehr zu vervollkommnen. Schon i. J. 1715 bemerkte Cassini, daß dieser Ring eigentlich ein doppelter, mit sich und dem Saturn concentrischer Ring sey, und daß der äußere, schmälere, mit dem andern in derselben Ebene liegende Ring von ihm durch einen Zwischenraum getrennt ist, den er gleich einem dunkeln Bande auf der breiten Fläche des ganzen Ringes bemerkte. Short, Hadley und andere, welche diese Trennung der Ringe durch ihre Beobachtungen bestätigten, bemerkten noch, daß der innere Ring heller sey, als der äußere und daß jener wohl noch aus mehreren

concentrischen Ringen bestehen mag, wie sie aus den dunkeln Kreisen schlossen, die sie auf demselben, wenigstens zuweilen, bemerken konnten. (M. s. die Fig. am Ende dieses Bandes.)

§. 108. (Ausmessungen des Rings.) Die folgende Tafel enthält die Dimensionen dieser Ringe, wie sie aus Struve's neuesten Messungen folgen. Die darin angegebenen Winkel beziehen sich auf die mittlere Distanz des Saturn von der Sonne oder von der Erde, die $9,_{5388}$ Halbmesser der Erdbahn beträgt. Man erhält die in Secunden ausgedrückte Größe in geogr. Meilen, wenn man die ersten durch 950 multiplicirt. In der Fig. 8 ist a der Mittelpunkt Saturns und der beiden Ringe, am der Halbmesser Saturns und cd der Raum, der beide Ringe von einander trennt.

		In Sec.	In d. Meil.
Aeußerer Halbmesser des äußern Rings	ae . .	$20'',_{047}$ . . .	19045
Innerer — — — —	ad . .	$17'',_{644}$ . . .	16762
Aeußerer Halbmesser des innern Rings	ac . .	$17'',_{237}$ . . .	16375
Innerer — — — —	ab . .	$13'',_{334}$ . . .	12667
Halbmesser Saturns	am . .	$8'',_{995}$ . . .	8545
Breite des äußern Rings	de . .	$2'',_{403}$ . . .	2283
Breite des innern Rings	bc . .	$3'',_{903}$ . . .	3708
Breite des Zwischenraums	cd . .	$0'',_{407}$ . . .	387
Entfernung der innern Seite des innern Rings von der Oberfl. Saturns .	bm . .	$4'',_{3397}$ . . .	4122
Breite des Doppelrings	be . .	$6'',_{713}$ . . .	6378

Man sieht daraus die Größe dieses, den Saturn freischwebend umgebenden Rings. Sein äußerster Durchmesser 2ae beträgt 38090 Meilen oder 22 Durchmesser der Erde und der äußerste Umfang dieses Rings hat 119,663 Meilen. Der jüngere Herschel hat auch bei Gelegenheit der letzten Verschwindung dieses Rings die Dicke desselben zu bestimmen gesucht und sie gleich $0,_{023}$ Secunden oder gleich 22 d. Meilen gefunden. Daraus würde folgen, daß der körperliche Inhalt oder das Volum beider Ringe zusammen 13,980 Millionen Kubikmeilen oder nahe fünfmal so viel, als das Volum der Erde beträgt. Allein Schröter folgert aus seinen Beobachtungen diese Dicke des Rings gleich $0'',_{125}$ oder

119 Meilen, wo dann das Volum der beiden Ringe das unserer Erde 27 mal übertreffen würde.

Daß dieser Ring, so wie die Kugel Saturns, ein dunkler Körper ist, der sein Licht nur von der Sonne erhält, folgt schon daraus, daß man oft genug den Schatten deutlich sieht, den Saturn auf seinen Ring und den auch der Ring auf den Körper des Saturn wirft. Auch die Farbe des Saturn ist von der des Rings verschieden. Herschel fand jenen gelblich und diesen lebhaft weißlich gefärbt. Der Raum bm zwischen der Oberfläche des Saturn und der innern Seite des innern Rings ist ohne Zweifel ein leerer Raum, durch den man den Hintergrund des Himmels erblickt. In Smith's Optik wird erzählt, daß Clarke in England einen Fixstern in diesem leeren Raum durchblicken sah, die einzige Beobachtung dieser Art, so viel uns bekannt ist, die aber wohl leicht mehrere finden würde, wenn man den Saturn zu dieser Absicht in sternreichen Gegenden des Himmels eifriger verfolgen wollte, als bisher geschehen seyn mag.

§. 109. (Neigung und Knoten des Rings.) Dieser Ring hat, nach Bessels neuesten Bestimmungen, gegenwärtig eine Neigung von 28 Graden gegen die Ecliptik, und die Länge seines aufsteigenden Knotens in der Ecliptik beträgt 167 Grade. Wegen dieser Neigung erscheint der in der That kreisförmige Ring, aus der Sonne sowohl, als auch aus der Erde gesehen, immer nur in der Gestalt einer Ellipse und zwar einer veränderlichen Ellipse, deren constante große Halbaxe, in der mittlern Entfernung Saturns, gleich $20'',_{047}$, deren veränderliche kleine Halbaxe aber höchstens gleich $9'',_{55}$ seyn und öfters sogar bis auf eine ganz verschwindende Größe abnehmen kann, wo dann der Ring als eine gerade Linie erscheint, oder auch ganz unsichtbar wird. Die erwähnte Figur stellt Saturn mit seinem Ringe in der größtmöglichen scheinbaren Oeffnung des letztern dar.

§. 110. (Ursachen der Verschwindungen des Rings.) Dieses Verschwinden des Rings ist für die Theorie desselben von der größten Wichtigkeit, weil sich daraus die Lage der Ebene dieses Rings mit großer Schärfe bestimmen läßt. Wir wollen daher auch die Ursache und die nähern Umstände dieser Verschwindungen

etwas genauer betrachten. — Es wurde bereits gesagt, daß die Ebene dieses Rings gegen die Ecliptik unter dem Winkel von 28 Graden geneigt ist und daß er diese Neigung, im Allgemeinen betrachtet, während seines ganzen Umlaufs um die Sonne beibehält, so daß er sich selbst immer parallel bleibt.

Sey S (Fig. 9) die Sonne, mn die kreisförmige Bahn der Erde, und ABCD die des Saturn. Nehmen wir an, daß die Linie ESC die Knotenlinie (I. S. 222) des Rings in der Ecliptik sey, so daß also der aufsteigende Knoten A in der Länge von 167° und der niedersteigende B in der Länge von 347° liege. Auf diese Knotenlinie senkrecht sey der Durchmesser BD gezogen. Wenn nun Saturn in dem Punkte A ist oder wenn er, von der Sonne aus gesehen, die Länge 167° hat, so schneidet die Ebene seines Ringes die Ecliptik in der Linie ASC, oder diese Ebene geht durch die Sonne S, und kann sonach bloß in seinen schmalen Kanten, oder der Dicke nach von der Sonne beleuchtet werden. In diesem Augenblicke erscheint er also einem Auge in der Sonne nur als eine gerade Linie, oder in der Gestalt der Fig. 10. Wie aber Saturn aus diesem Punkte A weiter gegen B fortrückt, so beleuchtet auch die Sonne die nördliche Seite des Ringes immer mehr und mehr, und der Ring wird daher dem Auge in der Sonne immer breiter erscheinen, bis er, wenn Saturn in B ist, am weitesten geöffnet ist und die Gestalt von Fig. 11 hat; wo der nördliche Theil des Rings jenseits der Kugel, und der südliche dießseits steht. Wie dann Saturn weiter gegen C fortrückt, wird der Ring wieder enger, bis er in C, in dem absteigenden Knoten, wieder nur seine Kante erleuchtet hat, und als eine gerade Linie, wie Fig. 12, erscheint. Von C gegen D wird die Sonne immer mehr auf der südlichen Seite des Rings vorrücken, die daher immer breiter erscheint, bis sie in D am breitesten ist, und die Gestalt Fig. 13 hat, wo der nördliche Theil des Ringes dießseits der Kugel und der südliche jenseits liegt.

Von der Sonne gesehen erscheint also Saturn während jeder seiner Revolutionen um die Sonne, d. h., während $29^1/_2$ Jahren zweimal ohne Ring, wenn Saturn die heliocentrische Länge 167° oder 347° hat, und zweimal am weitesten geöffnet, wenn er die

heliocentr. Längen von 257° und 77° hat. Die Intervalle zwischen diesen Erscheinungen betragen daher $7\,^2/_5$ Jahre, an deren Anfang und Ende der Ring immer am kleinsten und am größten erscheint.

Wenn also Saturn in einem der beiden Knoten seines Ringes ist, so wird von diesem Ringe nur die schmale Kante durch die Sonne beleuchtet, und der ganze Ring wird dann nicht bloß für das Auge in der Sonne, sondern auch für uns, für die Erde, verschwinden, wenn anders unsere Fernröhre nicht stark genug sind, den schmalen Lichtstreifen, welchen diese Kante bildet, sichtbar zu machen, wo uns dann der Ring als eine feine gerade Linie erscheinen wird, wie ihn Herschel mit seinen großen Telescopen in der That öfter zu dieser Zeit gesehen hat.

Allein dieser Ring kann außerdem für die Erde noch wegen ganz anderer Ursachen verschwinden. Wenn nämlich erstens die Ebene des Ringes durch die Erde geht, so sehen wir keine seiner beiden breiten Seiten, von welchen im Allgemeinen immer eine von der Sonne beleuchtet ist. Wir sehen dann bloß die Kante, die dunkle Kante des Ringes, d. h. wir sehen ihn gar nicht. Dieß ist z. B. der Fall, wenn die Erde in m und Saturn in a oder c ist, wo dann die Ebene des Rings die Ecliptik in der Linie amc schneidet und durch das Auge des Beobachters in m geht. Wenn aber auch dieß nicht der Fall ist, sondern wenn nur zweitens die erweiterte Ebene des Rings zwischen Erde und Sonne hindurchgeht, so kann der Ring auch schon für uns unsichtbar werden. Wenn z. B. die Erde in n und Saturn zwischen A und a' ist, so liegt die Ebene des Rings zwischen n und S, und da hier die dunkle Seite desselben zur Erde n gekehrt ist, so können wir ihn nicht sehen. Dasselbe kann sich ereignen, wenn überhaupt die Erde irgendwo in der Hälfte pno ihrer Bahn ist, während Saturn zwischen den Punkten A und a' sich aufhält, und eben so, wenn die Erde in der andern Hälfte pmo ihrer Bahn, und Saturn zwischen dem Punkte A und a oder zwischen C und c ist.

Man bemerkt übrigens von selbst, daß diese beiden Arten von Verschwindungen des Ringes immer kurz vor oder nach der Epoche statt haben müssen, wo die Ebene desselben durch die Sonne geht und nur der scharfe Rand des Ringes von ihr beleuchtet

wird. Denn da die Erdbahn gegen die des Saturn nur klein ist, so fällt die Ebene des Ringes durch 14 Jahre außer die Erdbahn, so daß also dann die Erde immer der von der Sonne beleuchteten Seite des Ringes zugekehrt ist und nur am Ende dieser Periode hat die Ringebene, etwa ein Jahr durch, eine solche Lage, daß sie, verlängert, die Erdbahn schneiden kann. Diese beiden Fälle, wo die Ebene des Ringes entweder durch die Sonne oder durch die Erde geht, geben offenbar nur ein momentanes Verschwinden desselben, während der dritte Fall, wo die Ebene des Ringes zwischen Sonne und Erde liegt, den Ring mehrere Wochen durch für die Erde unsichtbar machen kann.

§. 111. (Verschiedene Gestalten des Ringes, wie er von der Erde gesehen wird.) Wenn man die halbe große Axe des elliptischen Ringes gleich der Einheit annimmt, so gibt die folgende Tafel den Werth der halben kleinen Axe für jeden heliocentrischen oder geocentrischen (I. S. 243) Abstand des Saturn von dem auf- oder absteigenden Knoten des Ringes in Länge.

Abstand	Kleine Halbaxe	Abstand	Kleine Halbaxe
0°	0,00	48°	0,35
6	0,05	54	0,38
12	0,10	60	0,41
18	0,15	66	0,43
24	0,19	72	0,45
30	0,24	78	0,45
36	0,28	84	0,47
42	0,32	90	0,47

Von 0° bis 90° Abstand vor dem aufsteigenden und nach dem niedersteigenden Knoten liegt die zur Erde gekehrte Hälfte des Ringes über, und von 0° bis 90° nach dem aufsteigenden und vor dem niedersteigenden Knoten liegt diese Hälfte des Ringes unter dem Mittelpunkte der Kugel des Saturn. Ueberhaupt zeigt sich Saturn ohne Ring, wenn er in dem östlichen Theile des Sternbildes des Löwen und in dem östlichen Theile des Wasser-

manns steht, während man den Ring in seiner größten Oeffnung bei den Sternen in den Hörnern des Stiers oder zwischen dem Scorpion und dem Schützen sieht *).

§. 112. (Berge und Atmosphäre des Ringes.) Zu der Zeit, wo bloß die scharfe Kante des Ringes von der Sonne beschienen

*) Da der Zweck dieser Schrift alle sogenannten mathematischen Formeln ausschließt, so mußte manche gute Gelegenheit, den Vortrag so kurz und zugleich so allgemein, als möglich, einzurichten, unbenutzt gelassen werden. Es mag uns daher wenigstens einmal erlaubt seyn, die großen Vortheile dieser analytischen Sprache durch ein hieher gehörendes Beispiel zu zeigen. — Alles, was sich über die Gestalt des Saturnringes, wie er von der Sonne oder auch von der Erde gesehen wird, sagen läßt, ist in dem folgenden kurzen Ausdrucke enthalten

$$b = \text{Sin}\, n\, \text{Sin}\, m.$$

In demselben bezeichnet b die scheinbare kleine Halbaxe der Ellipse des Ringes, wenn die große gleich der Einheit angenommen wird; $n = 28^\circ\ 22'$ ist die Neigung der Ringebene gegen die Ecliptik, und m ist gleich der Länge des Knotens $166^\circ\ 50'$ weniger der heliocentrischen Länge Saturns, wenn man die von der Sonne gesehene Gestalt der Ellipse sucht oder gleich $166^\circ\ 50'$ weniger der geocentrischen Länge Saturns, wenn man die von der Erde gesehene Gestalt der Ellipse kennen lernen will. Ist im ersten Falle $b = o$, so verschwindet der Ring, oder er erscheint nur als eine gerade Linie, weil seine erweiterte Ebene durch die Sonne geht. Ist aber b negativ, also m größer als 180°, so wird die Nordseite des Ringes von der Sonne beleuchtet und umgekehrt. — Ist im zweiten Falle $b = o$, so verschwindet der Ring für uns, weil die erweiterte Ebene desselben durch die Erde geht. Ist aber b negativ, so bedeutet dieß, daß die Nordseite des Ringes gegen die Erde gekehrt ist. Endlich ist auch für die verschiedenen Werthe von m der Ring für die Erde auch dann noch unsichtbar, wenn der Werth von b im ersten Falle ein anderes Zeichen hat, als im zweiten, weil dann die von der Sonne beleuchtete Seite des Ringes von der Erde weggewendet ist. Man sieht sonach, daß man durch jene einfache Gleichung die von der Sonne oder auch von der Erde gesehene Gestalt des Ringes für jede Zeit angeben kann, für welche man nur die heliocentrische oder geocentrische Länge des Saturn kennt, die man nach dem Vorhergehenden (I. S. 251) leicht finden kann. Die obige Tafel ist nach dieser Gleichung berechnet worden, wobei auf die Breite Saturns keine Rücksicht genommen wurde, da diese immer sehr klein ist und die Resultate jener Tafel nicht beträchtlich ändern kann.

wird, sah Schröter die feine Lichtlinie desselben häufig unterbrochen, als wenn sie aus mehreren geraden Linien bestünde, die sich abwechselnd trennen und wieder vereinigen. Er schrieb dieß einer Atmosphäre des Ringes und den darin vorgehenden Veränderungen zu. Herschel sah zu der Zeit, als nur noch ein sehr kleiner Theil der Kugel über den Ring hervorragte (wie in Fig. 11 und 13), diesen Theil viel spitziger als sonst, da er doch, wegen der Abplattung Saturns an seinen Polen, stumpfer aussehen sollte, was ebenfalls einer Atmosphäre des Ringes zugeschrieben wurde, wofür auch noch die Erscheinung spricht, daß zu der Zeit, wo die Erde noch auf der dunklen Seite des Ringes steht, doch die Kante desselben auch schon schwach beleuchtet gesehen wird.

Wenn der Ring nur als eine feine, gerade Lichtlinie erscheint, bemerkt man auf derselben mehrere helle Punkte, die man für Gebirge des Ringes hält, Schröter schätzt die Höhe einiger dieser Berge bis zu der enormen Größe von 200 Meilen über die Ebene des Ringes. So gewaltige Berge können schon als zusammenhängende Satelliten des Saturn angesehen werden, die durch ihre Vereinigung jenen Ring gebildet haben.

§. 113. (Ueber die Rotation des Ringes.) Dieselben Berge forderten gleichsam die beiden Beobachter, Herschel und Schröter, die mit den besten Fernröhren in Europa versehen waren, auf, durch sie die Rotation dieses Ringes um seinen Mittelpunkt, der zugleich der Mittelpunkt Saturns ist, zu bestimmen. Allein es ist auffallend und konnte lange nicht erklärt werden, daß diese beiden trefflichen Astronomen so ganz widersprechende Resultate aus ihren Beobachtungen abgeleitet haben. Herschel fand aus der Ortsveränderung dieser lichten Punkte oder dieser Berge, im Jahre 1789, daß der Ring sich in $10^1/_2$ unserer Stunden, also in derselben Zeit, wie Saturn, um seine Axe drehe. Schröter aber behauptete, daß diese lichten Punkte ihre Stellung gegen den Mittelpunkt Saturns gar nicht ändern, und daß daher der Ring nicht rotiren könne. Er sah nämlich auf der westlichen Anse einen, und auf der östlichen zwei ausgezeichnete Punkte immer in derselben unverrückten Lage, und um keinen Zweifel übrig zu lassen, beobachtete

er diese lichten Punkte eine ganze Winternacht, durch mehr als acht Stunden, immer in derselben Stellung gegen den Planeten, da doch die Ringe während dieser Zeit, nach Herschel, beinahe eine ganze Rotation gemacht haben müßten. Diese ausgezeichneten Punkte, die er als die oben erwähnten ungemein hohen Berge zu erkennen glaubte, waren auf der später sichtbar gewordenen südlichen Seite des Ringes gerade auf demselben Orte, wie früher auf der Nordseite, wieder zu sehen, und er schloß daraus, daß auf dem Ringe Saturns diese hohen Berge, wie zwei an ihrer Basis vereinigte Kegel, einander gegenüberstehen.

So viel aber auch diese Beobachtungen für sich zu haben schienen, und so groß das Vertrauen war, das man mit Recht in die seltene Geschicklichkeit und die trefflichen Mittel, die dem Lilienthaler Beobachter zu Gebote standen, setzte, so konnten die Astronomen ein solches Resultat doch nicht wohl annehmen. Nach theoretischen Gründen muß der Ring um seinen Planeten rotiren, weil sonst, bei der kleinsten Veränderung desselben, die Schwerpunkte der Ringe und des Planeten nicht mehr zusammenfallen und die Ringe unausbleiblich auf den Planeten stürzen würden. Der einfache Zusammenhang der Elemente, aus welchen diese Ringe bestehen, würde die Erhaltung desselben nicht sichern, weil dann die dem Planeten nähern Elemente, durch die immer wiederholte Anziehung des letztern, sich am Ende von den Ringen getrennt haben würden. Diese Ringe müssen sich also ohne eine fremde Kraft, bloß nach dem Gesetze des Gleichgewichts, frei schwebend erhalten, aber dieß kann nur geschehen, wenn sie um eine Axe rotiren, die auf ihrer Ebene senkrecht steht und durch den Mittelpunkt Saturns geht, so daß auf diese Weise ihre Schwere gegen den Planeten durch die Centrifugalkraft ihrer Umdrehung aufgehoben oder im Gleichgewichte erhalten wird. Die Theorie zeigt, daß eine durch diese Rotationsaxe auf die Fläche des Ringes senkrechte Ebene diesen Ring in einer Ellipse schneiden muß, deren große Axe verlängert durch den Mittelpunkt des Planeten geht, und daß dann die Dauer der Rotation des Ringes sehr nahe dieselbe mit der Revolution eines Satelliten seyn wird, der sich in der Entfernung des Mittelpunkts jener Ellipse um Saturn bewegt.

Diese Revolution ist aber gleich $10^2/_5$ Stunden, und nahe so groß hat auch Herschel, durch seine Beobachtungen, die Rotation des Ringes gefunden. Die erwähnte Ellipse kann selbst für verschiedene Theile des Ringes veränderlich, also der Ring selbst von ungleicher Dicke seyn, und die Beobachtungen der Verschwindung des Ringes scheint diese Ungleichheiten deutlich anzuzeigen, die vielleicht selbst nothwendig sind, das Gleichgewicht des Ringes zu sichern, denn wenn er in allen seinen Theilen völlig symmetrisch gebaut wäre, so könnte schon die geringste äußere Kraft, wie z. B. die eines Satelliten, hinreichen, ihn zu verrücken und ihn auf den Planeten zu stürzen. Demnach kann man diesen Ring als eine kreisförmige Reihe von aneinander hängenden Satelliten von ungleicher Größe als eine Krone von Monden ansehen, die durch die Wirkung der Sonne und durch die Störungen der sieben Monde, die den Saturn umgeben, kleineren oder größeren Oscillationen unterworfen ist, aber doch im Allgemeinen immer dieselbe mittlere Lage seiner Ebene beibehält.

§. 114. (Erklärung dieser Widersprüche.) Da sonach, der Theorie und den Beobachtungen Herschels zufolge, der Ring in der That um seinen Planeten rotirt, so mußte die Beobachtung Schröters, oder die von ihm daraus gezogene Folgerung, fehlerhaft seyn. Olbers war der erste, der uns zeigte, daß die Erscheinung, die Schröter in Lilienthal so oft gesehen hatte, ihren Grund nicht in den vermeinten Bergen des Ringes, sondern in der Erleuchtung derselben durch die Sonne habe.

Seyen fh, gk.. (Fig. 8) die Gesichtslinien, unter welchen man von der Erde aus die Fläche der Ringe sieht. Offenbar werden dann diejenigen Gesichtslinien unter allen die hellsten scheinen, von welchen der größte Theil in der That durch die beiden Ringflächen geht, weil diese allein, nicht aber die zwischen ihnen und der Kugel enthaltenen leeren Räume das Licht zurückwerfen. Betrachten wir mehrere dieser mit fh parallelen Linien, so wird zuerst die zunächst an dem Rande der Kugel, durch n, gehende Linie die beiden Ringflächen in vier Theile schneiden, deren Summe aber immer größer werden wird, je weiter die Gesichtslinie von n

nach fh rückt und in fh selbst wird diese Summe am größten seyn, also auch hier der Ring am hellsten erscheinen. Von fh weiter gegen gk wird diese Summe abnehmen, und nahe bei gk am kleinsten seyn, von wo sie wieder wachsen und in gk selbst neuerdings einen größten Werth erhalten wird, wo also der Ring neuerdings am hellsten, aber nicht ganz so hell wie in fh, erscheinen wird, weil die Summe der beleuchteten Theile der Gesichtslinie in gk offenbar kleiner, als in fh ist. Je weiter dann diese Gesichtslinien von gk oder von dem Mittelpunkte a des Saturn noch wegrücken, desto kleiner wird dieser beleuchtete Theil derselben, bis er endlich an dem äußersten Rande o des Ringes gänzlich verschwindet.

Es werden sich daher, die Ringe mögen rotiren oder nicht, und sie mögen in der Gestalt der breitesten Ellipse oder auch in der einer geraden Linie erscheinen, immer zwei Lichtknoten auf jeder Seite der Kugel zeigen, von welchen der hellere in der Richtung von fh und der minder helle in der von gk seyn wird, und in diesen Stellen hat auch Schröter in der That seine vermeinten Berge beobachtet, während Herschel, mit seinen noch bessern Fernröhren, wahre Erhöhungen auf der Oberfläche des Ringes aufgefunden und dadurch die Rotation derselben der Wahrheit gemäß bestimmt hat.

§. 115. (Anblick des Ringes von Saturn gesehen.) Die Freunde des gestirnten Himmels, wie er uns von der Erde erscheint, werden ihn ohne Zweifel für die Bewohner Saturns noch viel schöner denken. Wenn der sanfte Schimmer des Mondes, der unsere Nächte so lieblich beleuchtet, den Beschauer schon zu erhabenen Betrachtungen bewegt, welche Genüsse würde er dort erwarten, wo der Sternenhimmel nicht minder reich an Schönheiten aller Art ist, und wo noch überdieß sieben Monde das Dunkel der Nacht erhellen, und wo ein großer Ring, der sich wie ein breites Strahlenband um den ganzen Himmel schwingt, in immer abwechselnden Stellungen die Aufmerksamkeit des staunenden Beobachters an sich zieht.

One Moon to us reflects its cheerful light:
There seven attendants brighten up the night,
Here the blue firmament bedecked with stars;
There over head a lucid arch appears.

Barker.

Aber ich besorge sehr, daß unsere Dichter, wenn sie auf diesen Planeten versetzt werden sollten, sich sehr bald wieder zu uns zurückwünschen würden. So sehr sie auch ihre nächtliche Lampe lieben mögen, die kleine Sonne, wie sie dort erscheint, und die matte Beleuchtung derselben, die den hellsten Mittag Saturns nur unserer tiefsten Dämmerung gleich macht, würden ihnen wohl wenig behagen. Der äußerst schnelle Wechsel des Tages mit der Nacht, und der Unterschied dieser beiden Zeiten, der dort viel größer ist, als bei uns, und endlich die vier streng von einander gesonderten Jahreszeiten, deren jede $7^1/_2$ unserer Jahre, also dreißig mal länger, als bei uns, dauert, alle diese Verhältnisse würden, wenigstens auf unsere vegetabile und animalische Welt und auf unser Wohlbefinden ohne Zweifel einen sehr ungünstigen Einfluß äußern, besonders wenn wir die von dem Aequator Saturns entfernten Gegenden bewohnen müßten, da bei weitem der größte Theil einer jeden Hemisphäre dieses Planeten, zur Zeit seines Winters, durch volle vierzehn unserer Jahre in der Finsterniß der Nacht begraben bleibt.

Die Schönheit, welche uns der Anblick jenes Ringes gewähren und der Nutzen, den wir von ihm ziehen könnten, würde uns wohl nur wenig Ersatz für den Verlust der andern Güter geben, an die wir auf unserer Erde so sehr gewohnt, die uns hier so unentbehrlich geworden sind.

Da die Ebene dieses Ringes mit der des Aequators des Planeten zusammenfällt, so geht er für die Bewohner dieses Aequators, für die heiße Zone, wenn sie dort anders noch diesen Namen verdient, ganz verloren, denn er schwebt für diese Bewohner immer in ihrem Scheitel, und sie sehen ihn nie der breiten Fläche, sondern bloß der Kante nach, der inneren Kante, die von der Sonne nie beleuchtet wird. Für sie zieht er sich also nur als eine dunkle

Zone von etwa einem Grad Breite über den ganzen Himmel, und wet entfernt, ihnen zu leuchten, verdeckt er vielmehr alle Fixsterne, vo denen er sich aufstellt, und selbst jene sieben Monde des Saturn, di sich, wie wir weiter unten sehen werden, in der Ebene dieses Ringes bewegen und daher für die Tropenländer Saturns von dm Ringe bedeckt und unsichtbar gemacht werden.

Wenn aber so die Bewohner des Aequators keine Ursache haben, sich dieses Ringes zu erfreuen, so sind die den Polen näheren Bewohner Saturns noch viel weniger in einem Zustande, der sie für uns beneidenswerth machen könnte. Die Einwohner der kalten Zonen, die von den beiden Polen bis zu 24 Graden abwärts wohnen, und ihn, ihrer fünfzehnjährigen Nächte wegen, noch am besten brauchen könnten, sehen ihn gar nicht, für sie ist der Ring gar nicht da, weil er dem Planeten zu nahe steht und daher immer unter dem Horizonte jener Polarländer sich aufhalten muß. Erst diejenigen, die wenigstens 35 Grade von jedem der beiden Pole entfernt sind, erblicken den Ring in seiner ganzen Breite von nahe zwölf Graden, aber sie werden wenig Nutzen davon ziehen können, da sie ihn nur ganz nahe an ihrer Erde, oder da sie ihn nur an ihrem Horizonte sehen. Die noch näher an dem Aequator Wohnenden sehen ihn wohl höher, da er sich für sie immer mehr über den Horizont erhebt, aber sie sehen ihn auch zugleich immer schmäler, bis endlich die Bewohner des Aequators selbst, wie bereits gesagt, nur mehr seine schmale, innere, von der Sonne nie beleuchtete Kante, d. h. bis diese ihn gar nicht mehr sehen können.

Also nur diejenigen Bewohner Saturns, welche von dem Aequator, zu beiden Seiten desselben, bis 55 Grade entfernt sind, genießen den Anblick des Ringes, für sie steht er, wie eine lichte Zone, wie ein Feuerbogen, am Himmel, und zwar für die dem Aequator näheren Länder hoch und schmal, für die entfernteren aber immer breiter und zugleich tiefer an dem Horizonte. Diese allein könnte man also noch für die Begünstigten halten; allein auch diese Gunst ist nicht so groß, wie sie vielleicht auf den ersten Blick erscheinen mag. Von den zwei breiten Flächen des Ringes ist immer nur eine beleuchtet, und diese beleuchtete Seite kann

nur von derjenigen Hemisphäre des Planeten gesehen werden, welche eben gegen sie gewendet ist. Allein eben diese Hemisphäre ist auch zugleich die gegen die Sonne gewendete, die eben ihren Sommer feiernde Hälfte Saturns; diese könnte aber, da sie ohnehin im Sonnenlichte schwimmt, diese Beleuchtung des Ringes noch am besten entrathen, während die andere, winterliche Hälfte, die jene Beleuchtung ihrer langen Nächte am meisten brauchte, sie gänzlich entbehren muß. Dazu kommt noch, daß diese vordere, der Sonne zugewendete Hälfte Saturns den beleuchteten Ring nur während ihres Tages sieht, wo ihr ohnehin die Sonne scheint, während bei Nacht, wo eigentlich die beleuchtete Seite des Ringes den Mangel des Sonnenlichtes ersetzen sollte, Saturn seinen eigenen Schatten auf den Ring wirft und ihn, in einer Art von Mondesfinsterniß (I. S. 333) wieder unsichtbar macht, während die ganze andere Hälfte Saturns, die eben Winter und ihre lange Nacht hat, gegen die unbeleuchtete Seite des Ringes gewendet ist und diesen daher gar nicht sieht, vielmehr es sich noch gefallen lassen muß, daß ihr durch ihn die Sterne und selbst die Sonne, wo sie ohne Ring noch sichtbar seyn könnte, verdeckt, und so ganze Jahre dauernde und über große Zonen sich erstreckende Sonnenfinsternisse erzeugt werden.

Aber wenn nun die Bewohner Saturns sich an diesem Ringe, nach unseren Ansichten, nicht sehr ergötzen können, so werden vielleicht die Einwohner des Ringes selbst, wenn es deren gibt, einen desto angenehmeren Aufenthalt haben? — Unsere Leser werden dieß leicht selbst beurtheilen können, wenn sie sich aus dem Vorhergehenden erinnern, daß jede der beiden breiten Seiten dieses Ringes abwechselnd durch fünfzehn unserer Jahre immerwährend Tag und eben so lange Nacht haben.

So unwirthlich aber auch dieser Planet sowohl, als auch sein Ring, für Geschöpfe unserer Art scheint, so unangemessen mag es auch seyn, von dem, was uns schicklich oder unschicklich ist, sofort denselben Schluß auch auf andere Himmelskörper und auf andere Geschöpfe anzuwenden, deren Einrichtung und Organisation durchaus von der unseren verschieden ist, so daß, was uns nur Abscheu und Entsetzen, und vielleicht selbst einen schnellen

Untergang verursachen würde, für jene ein erhabenes und selbst wohlthätiges Schauspiel seyn mag, durch welches ihnen die Güte und die Allmacht des Schöpfers nicht minder geoffenbart wird, als es mit den Bewohnern der Erde durch diejenigen Erscheinungen des Himmels geschieht, in welchen wir die Größe und die Wohlthätigkeit des Urhebers der Natur so oft zu bewundern Gelegenheit haben.

Kapitel VIII.

Uranus.

§. 116. (Entfernung und Umlaufszeit des Uranus.) In einer Entfernung von der Sonne, die beinahe doppelt so groß ist, als die des Saturn, wandelt Uranus, der äußerste Planet unseres Sonnensystems, seine große, einsame Bahn

— He walks his frontier round
The boundary of worlds.

Mallet.

Seine mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 400 Millionen Meilen. Ein schnell segelndes Schiff, das in jeder Stunde 4 Meilen zurücklegt, würde diese Distanz erst in 11400 Jahren und der Schall, der in jeder Stunde 163 Meilen macht, in 280 Jahren erreichen, wozu das Licht mit seiner ungeheuern Geschwindigkeit nur 2 St. 39 M. braucht.

Da seine Bahn, deren Umfang 2425 Millionen Meilen beträgt, mehr kreisförmig ist, so kann er sich der Sonne im Perihelium nur auf 382 Millionen Meilen nähern und im Aphelium 419 Mill. Meilen von ihr entfernen. Von der Erde steht er zur Zeit der Opposition 348 und in der Conjunction 424 Mill. Meilen ab, wo er dort unter dem scheinbaren Durchmesser von $4^3/_{10}$ und hier unter den Winkel von $3^1/_2$ Secunden nahe als ein Stern der sechsten Größe erscheint, daher man ihn auch mit einem

guten, unbewaffneten Auge noch erkennen kann. Sein wahrer Durchmesser beträgt nahe 7500 Meilen.

§. 117. (Entdeckung und frühere Beobachtungen dieses Planeten.) Dieser Planet wurde am 13. März 1781 von Herschel zu Both bei London mit einem von ihm selbst verfertigten siebenfüßigen Telescope entdeckt und an seiner bemerkbaren Scheibe (die Fixsterne erscheinen nur als untheilbare Punkte), und seiner Bewegung unter den Sternen sofort als ein Planet erkannt. Da er sich so langsam bewegt, daß er seinen Umlauf um die Sonne erst in 30687 Tagen oder in nahe 84 Jahren vollendet, so würde es lange gedauert haben, bis er einen so beträchtlichen Theil seiner Bahn zurück gelegt hätte, um daraus die Elemente derselben mit Sicherheit abzuleiten. Allein Bode hatte bald darauf einen in den Sternverzeichnissen Flowstead's und T. Mayer's gefunden, daß diese beiden Astronomen den neuen Planeten bereits früher, jener i. J. 1690 und dieser 1756, beobachtet hatten, ihn aber nur für einen der vielen Fixsterne hielten, da sie auf seine Bewegung nicht aufmerksam genug waren. Bald darauf wurden noch mehrere andere ähnliche, ältere Beobachtungen desselben aufgefunden, und dadurch wurde man in die Lage gesetzt, die Elemente dieses Planeten schon mit einer großen Genauigkeit zu einer Zeit zu bestimmen, wo er seit seiner Entdeckung kaum den dritten Theil seiner Bahn durchlaufen hatte.

§. 118. (Größe und Masse des Uranus.) Aus dem bereits erwähnten Durchmesser dieses Planeten von 7500 Meilen folgt, daß seine Oberfläche die der Erde nahe 18 mal und sein Volum das der Erde 76 mal übertrifft. Die Masse desselben ist 17 mal größer als die Erdmasse, und die Dichtigkeit derselben ist nur der fünfte Theil der Dichte der Erdmasse, also nahe so groß, wie die Dichte unseres Wassers. Der Weg, welchen die Körper auf seiner Oberfläche in der ersten Secunde ihres Falles zurücklegen, beträgt $14^1/_2$ Fuß, also nur einen halben Fuß weniger, als auf der Erde. Er selbst aber legt, auf seinem Wege um die Sonne, in jeder Secunde nahe eine deutsche Meile zurück, so daß die Geschwindigkeit dieses langsamsten aller Planeten nahe fünf mal kleiner ist, als die der Erde. Die Sonne erscheint auf diesem Planeten

nur mehr unter einem Durchmesser von 100 Secunden, nicht ganz noch einmal so groß, als uns die Venus, oder 19 mal kleiner, als die Sonne uns erscheint, und in der Oberfläche 360 mal kleiner, daher auch im Allgemeinen die Beleuchtung, welche Uranus von der Sonne erhält, 360 mal kleiner, als die Beleuchtung der Erde seyn wird, so daß also seine hellsten Mittage kaum unserer sternhellen Mitternacht gleichen mögen.

Da dieser Planet so ungemein weit von uns entfernt ist, so wissen wir von seiner Oberfläche wenig mehr, als daß sie uns wie eine kleine, runde, matt aber durchaus gleichförmig beleuchtete Scheibe erscheint. Streifen und Flecken können wir auf dieser Fläche nicht mehr erkennen, also auch die Rotation dieses Planeten nicht bestimmen. Doch kann sie ihm nicht wohl mangeln, ja seine Umdrehung scheint sogar sehr schnell zu seyn, da der ältere Herschel mit seinen starken Telescopen eine bedeutende Abplattung an zwei einander gegenüberstehenden Punkten seines Umfangs bemerkt hat.

§. 119. (Satelliten des Uranus.) Derselbe vortreffliche Beobachter hat auch sechs Monde entdeckt, die sich um diesen Planeten bewegen. Allein sie sind bisher nur von Herschel selbst gesehen worden, da die Fernröhre aller andern Astronomen zu schwach sind, diese matten Lichtpünktchen erkennen zu lassen. Selbst der jüngere Herschel hat, mit den Telescopen seines Vaters, nur zwei dieser sechs Satelliten des Uranus wieder zu seinem Gesichte bringen können. Ueberhaupt gehören diese Monde und die zwei innersten des Saturn zu den lichtschwächsten und am schwersten zu sehenden Gegenständen des Himmels, und es wird vielleicht noch lange dauern, bis wir sie mit unsern dioptrischen Fernröhren ohne Anstand sehen werden, da diese in Beziehung auf die Oeffnung ihrer Objective und also auf die Lichtstärke der durch sie gesehenen Gegenstände doch noch immer zu sehr hinter den großen Spiegeln der katoptrischen Fernröhre, wie sie Herschel vorzugsweise gebraucht hat, zurück stehen. Demungeachtet scheinen diese Uranusmonde eine beträchtliche Größe zu haben, weil sie sonst auch nicht einmal Herschel hätte sehen können. Unser Mond, in jene Entfernung versetzt, würde uns nur mehr unter einem Durchmesser

von $^1/_4$ Secunde erscheinen, und da sein Licht 360 mal schwächer seyn würde, so würden wir, auch mit unsern besten Fernröhren, keine Spur mehr von ihm entdecken können.

§. 120. (Tages- und Jahreszeiten des Uranus.) Es ist bereits oben (I. S. 340) bemerkt worden, daß die Bahnen dieser sechs Uranusmonde auf der Uranusbahn, die sehr nahe mit unserer Ecliptik zusammen fällt, beinahe senkrecht stehen. Da wir nun bisher bei allen Planeten die Satelliten derselben sich in der Ebene des Aequators ihres Planeten bewegen sehen, und da dieß auch mit der Theorie der Entstehung dieser Satelliten übereinstimmt, so werden wir mit der größten Wahrscheinlichkeit auch annehmen müssen, daß der Aequator des Uranus nahe senkrecht auf seiner Bahn steht, oder daß die Schiefe der Ecliptik bei diesem Planeten nahe 90 Grade beträgt. Wir haben aber bereits oben (I. §. 91) gezeigt, welche Folgen eine solche Einrichtung auf die Klimate und Jahreszeiten eines Planeten nach sich ziehen muß. Der Unterschied der Klimate wird nämlich auf Uranus beinahe ganz aufgehoben seyn, das heißt, es wird in Beziehung auf den Rand der Sonne in verschiedenen Theilen des Jahres einerlei seyn, ob das Land nahe bei dem Aequator oder nahe bei den Polen liegt, da jeder Punkt der Oberfläche dieses Planeten, selbst die beiden Pole nicht ausgenommen, im Laufe des Jahres die Sonne zweimal in seinem Zenithe sieht. Im Anfange des Frühlings und des Herbstes steht nämlich die Sonne in dem Scheitel derjenigen, die den Aequator bewohnen, während sie den beiden Polen nur in ihrem Horizonte erscheint, und während überall, auf der ganzen Oberfläche des Uranus, Tag und Nacht einander gleich ist. Allein nur kurze Zeit nach dieser Epoche werden selbst diejenigen, die in der Nähe des Aequators wohnen, schon einen bedeutenden Unterschied in der Länge ihrer Tage und Nächte bemerken und im Anfange des Sommers oder des Winters wird der nördliche oder der südliche Pol die Sonne in seinem Zenithe sehen und die diesen Polen zunächst liegenden Länder werden 42 unserer Jahre immerwährend Tag, und eben so lange wieder Nacht haben. Durch diese Einrichtung wird also auch der Unterschied der vier Jahreszeiten der größtmögliche seyn, oder mit andern Worten, so wenig es, in

Beziehung auf Temperatur, Beleuchtung, auf Vegetation u. s. darauf ankommen wird, ob man nahe bei dem Aequator oder nahe bei dem Pole wohnt, so viel wird darauf ankommen, ob der Süd- oder Nordländer auf jenem Planeten eben Frühling oder Sommer u. s. w. hat, da dort die Jahreszeiten, wegen der großen Schiefe der Ecliptik, viel mehr von einander verschieden und viel schroffer von einander abgesondert seyn müssen, als bei uns.

§. 121. (Bewohner des Uranus und der Planeten überhaupt.) Welcher Art die Bewohner eines Planeten seyn mögen, die ihre Sonne 360 mal kleiner sehen, als wir, die selbst im Mittage noch, mit unsern Augen betrachtet, im Finstern tappen, sich die grellsten Abwechslungen der Jahreszeiten und vor allen eine Kälte gefallen lassen müssen, die, auf unserer Erde, allem Leben ein plötzliches Ende bereiten würde, dieß mögen unsere Leser selbst untersuchen, wo sie dann auch vielleicht die Mittel finden werden, mit welchen sich die Leute im Uranus die Langeweile ihrer zwei und vierzig unserer Jahre dauernden Nächte vertreiben.

Es ist ohne Zweifel Unrecht, die Zufriedenheit und das Wohlseyn der Bewohner anderer Welten nach unseren Bedürfnissen abzumessen und sie sofort schon für unglücklich zu achten, weil wir uns, an ihre Stelle versetzt, nicht glücklich finden würden. Indeß sind wir gezwungen, wenn wir von ihnen reden wollen, sie mit unserem eigenen Maaßstabe zu messen, und ohne über ihr Schicksal absprechen zu wollen, nur dasjenige zu betrachten, was uns in den Verhältnissen treffen würde, denen sie ausgesetzt sind, und die sie, mit einer andern Organisation und mit ganz anderen Einrichtungen versehen, auch wohl mit ganz anderen Augen ansehen werden. Es hat aber auch nicht an Anderen gefehlt, und unter ihnen haben sich selbst berühmte Astronomen gefunden, die sich diesen Speculationen mit einer Art von Vorliebe hingegeben haben und sich nicht damit begnügten, zu sehen, welchen Einfluß eine andere Einrichtung der Jahreszeiten, der Temperatur und Beleuchtung bei fremden Weltkörpern auf die Bewohner derselben, wenn sie im Allgemeinen uns ähnlich wären, hervor bringen würde, sondern die die Spiele ihrer Einbildungskraft oder ihre schwärmerischen Träume auch noch auf die übrigen körperlichen und geistigen Ei-

genschaften der Bewohner jener Planeten fortsetzten, und es mag uns, zum Schlusse dieses Gegenstandes erlaubt seyn, einige dieser Phantasien zur Erheiterung der Leser hier anzuführen.

§. 122. (Wahrscheinlichkeit, daß die Planeten bewohnt sind.) Zuerst aber wollen wir bemerken, daß es allerdings sehr wahrscheinlich ist, daß auch jene Weltkörper mit Geschöpfen aller Art bedeckt sind und daß auch dort zahllose organische Wesen sich ihres Lebens erfreuen. Auf unserer Erde finden wir jedes Sandkorn, jeden Wassertropfen belebt — wie sollten so unermeßliche Kugeln, wie Jupiter, ohne Bewohner seyn! Auf unserer Erde finden wir ferner, nicht bloß bei den Thieren, wo die Abstufungen unendlich sind, sondern selbst bei den Menschen, welche die verschiedenen Gegenden der Erde bewohnen, bei dem Lappländer und dem Neger, so große Unterschiede — wie sollte sie bei den Bewohnern des Merkurs und des Uranus nicht noch viel größer seyn! Und warum sollte es einer lebhaften Einbildungskraft nicht gegönnt seyn, diese Unterschiede aufzusuchen und sie denjenigen Verhältnissen, die wir von jenen Planeten kennen, so gut wir nun eben können, anzupassen? Vorausgesetzt, daß man bei den allgemeinen Bestimmungen stehen bleibt, ohne sich in das Detail der geistigen oder körperlichen Vorzüge einzulassen, die jene uns gänzlich unbekannten Geschöpfe vor uns haben mögen.

§. 123. (Huygens Meinungen über die Bewohner der Planeten.) Dieß hat Huygens in seinem bekannten Cosmotheoros, wenigstens in dem ersten Theile desselben, gethan und er hat darin an dem Cardinal Cusa, an dem unglücklichen Bruno und selbst an Kepler, in seinem Somnium astronomicum, schon Vorgänger gehabt, dessen Fußstapfen er nur verfolgen und weiter ausbilden durfte. So meint Huygens, daß auf allen diesen Welten, so verschieden sie auch von unserer Erde seyn mögen, doch immer Wasser zu finden seyn muß, weil ohne dieses weder vegetabilisches, noch animalisches Leben gedacht werden kann, ein anderes Wasser übrigens, als das unsere, da dieses im Saturn gewiß nur als Eis vorhanden seyn könnte, und da es im Merkur schon längst in Dampf verwandelt seyn würde. Wo aber eine solche Flüssigkeit ist, da müssen sich auch, wie er glaubt, Pflanzen finden, die

eben so wachsen, wie bei uns, indem sie mit ihren Wurzeln die Flüssigkeit des Bodens und mit ihren Blättern die der Luft einsaugen und verarbeiten. Wo aber Pflanzen sind, werden auch Thiere seyn, die sich von diesen Pflanzen nähren, und die da eben so wachsen und sich fortpflanzen, wie bei uns. Wo Wasser ist, muß ferner auch eine Atmosphäre seyn, weil jenes ohne die letzte schnell verdunsten und alle Meere und Flüsse austrocknen würden. Diese Atmosphäre ist aber vielleicht bei manchen Planeten gar sehr von der unsern verschieden und sie ist etwa bei Jupiter so dicht, daß wir in derselben, wie in unserem Wasser, schon schwimmen könnten, daher die großen Streifen und die soliden Wolken, die wir auf der Oberfläche dieses Planeten bemerken. Mit diesem allem noch nicht zufrieden, läßt Huygens diese Welten nun auch von vernünftigen Geschöpfen bewohnt seyn, damit es auch dort Wesen gebe, die über die Wunder des Himmels nachdenken und die Größe des Schöpfers in seinen Werken verkündigen können. Denn wozu sollte der Mensch, dieses nimmer ruhende Ursachenthier, wie es Lichtenberg nennt, hierher versetzt worden seyn, oder warum sollte diese kleine Erde jenen größten aller Vorzüge allein besitzen? Auch soll kein Zweifel seyn, daß der Verstand jener Leute ganz derselbe mit dem unsern ist, und daß, was hier als wahr, als gerecht, als gut erkannt wird, auch dort dafür erkannt werde, so wie, daß sie ganz dieselben Sinne haben, wie wir. Denn, wenn sie nun z. B. keine Augen hätten, wie sollten sie ihr Futter suchen, ihre Freunde erkennen, ihre Feinde fliehen, und warum sollte denn die Sonne über ihnen scheinen, wenn sie sie doch nicht sehen können und wenn sie bloß unter der Erde, wie unsere Maulwürfe und Regenwürmer sich aufhalten? Er wendet sich selbst ein, daß es vielleicht auf manchen dieser Planeten mehrere Gattungen vernünftiger Wesen geben könne, allein er findet bald, daß dieß der Weisheit der Natur nicht gemäß wäre, weil diese vernünftigen Thiere verschiedener Art sich durchaus nicht vertragen und sehr bald einander aufreiben würden. Da ich es nicht wage, diese sonderbare Lobrede auf die Vernunft hier umständlich wieder zu geben, so mag es hinreichen, nur den Grund dieser Unverträglichkeit mit den eigenen Worten des Verfassers anzuführen: **quia nempe, si plura forent eadem**

ingenii sagacitate, nocere deberent sibi invicem ac de possessionibus et imperio inter se contendere, quod eheu nunc quoque faciunt nimis frequenter, licet unius generis sint, qui in Terra hac dominantur. Demungeachtet nimmt er keinen Anstand, Gelehrte aller Art dort in Menge wachsen zu lassen, besonders aber Astronomen, an denen es dort durchaus nicht fehlen darf. Dadurch will er aber andere Gattungen, die er wenigstens für eben so nothwendig hält, nicht ausgeschlossen haben. So behauptet er, daß die Menschen nur deßhalb nackt zur Welt kommen, damit sie, von der Noth getrieben, Gelegenheit bekommen, ihre geistigen Kräfte immer mehr zu entwickeln und selbst für ihre Kleidung zu sorgen, was die übrigen Thiere nicht nöthig haben, woraus er dann den Schluß zieht, daß es auch in jenen Welten eben so wenig an großen Gelehrten, als an geschickten Schneidern fehlen kann, und daß überhaupt alle, so wie wir, gesellschaftlich zusammen leben, sich des gegenseitigen Gesprächs erfreuen, zuweilen auch, der Abwechslung wegen, einander plagen und die Ruhe ihres Lebens vergiften, oder sich in ihren Schlachten zu Tausenden morden mögen und was dergleichen löbliche Unterhaltungen mehr sind. Ob diese vernünftigen Wesen aber auch das Fleisch der übrigen unvernünftigen Thiere essen, oder ob sie, den Lehren ihrer Pythagoras gehorchend, bloß von Pflanzen leben, wagt er nicht zu entscheiden, doch geht seine Meinung dahin, daß es vielleicht nur die ausschließende Bestimmung der Menschen ist, ut multorum aliorum pernicie et caede vivere debeant. Auch wegen der Statur dieser vernünftigen Geschöpfe ist er in einiger Verlegenheit. Er weiß wohl, daß seine Vorgänger auf diesem Felde die Bewohner der Planeten im Verhältnisse dieser ihrer Wohnorte angenommen und z. B. behauptet haben, daß die Menschen auf Jupiter und Saturn zehn- bis fünfzehnmal größer, als unsere Elephanten oder gar als unsere Wallfische seyn müßten. Aber dieser Schluß scheint ihm doch viel zu gewagt, da die Natur nicht einmal die Größe dieser Planeten selbst nach ihrer Entfernung von der Sonne abgemessen hat. So ist der entferntere Mars kleiner, als die nähere Venus, und eben so ist Saturn kleiner als Jupiter und jener hat sieben Monde und einen doppelten Ring, während

dieser, der größte unter allen Planeten, sich schon mit vier Monden ohne allen Ring begnügen muß. Andere meinten wieder, die Menschen auf jenen Planeten müßten sehr klein und nicht viel größer, als unsere Mäuse seyn. Allein auch dieß kann er nicht gelten lassen, und zwar aus dem völlig hinreichenden Grunde, weil dann diese Mäuse von Astronomen, deren Existenz schon früher erwiesen worden ist, die großen Instrumente nicht mehr gehörig handhaben und rectificiren könnten *).

Man sieht, wie unvollkommen dieß Alles ist, und wie viel sich dagegen sagen läßt, aber auch, wie schwer es ist, sich auf diesem Felde solche exspatiationes ingenii, wie Kepler die ungeregelten Ausflüge der Phantasie genannt hat, mit Hoffnung auf eine nützliche Ausbeute zu erlauben. Es würde den Lesern lehrreicher und angenehmer zugleich gewesen seyn, wenn uns Huygens auch nur einen einzigen Sinn mehr, außer den bekannten fünf, genannt hätte, mit welchen die Bewohner der anderen Planeten auch nur begabt seyn könnten. Und warum hat er ihn nicht genannt? — Weil er nicht kann, und weil wir alle es ebenfalls nicht können. Wir würden nicht mehr Menschen seyn, und die uns umgebende Natur würde uns ganz anders erscheinen, wenn uns einer unserer fünf Sinne fehlte, oder wenn uns im Gegentheile noch ein Paar solcher Löcher, wie unsere Augen oder Ohren sind, in die Haut geschnitten worden wären und wir noch einen sechsten Sinn erhalten hätten. Aber welcher Art soll dieser Sinn seyn? — Von einem Sinne kann man sich doch nur wieder eine sinnliche, keine transcendente Vorstellung machen, und um dieß zu thun, muß man zuvor den Sinn selbst haben. So wie aber der Blindgeborne Unrecht haben würde, die Unmöglichkeit des Sehens zu behaupten, eben so wenig dürfen auch wir an der Möglichkeit noch anderer Sinne zweifeln. Die Beschaffenheit unserer Erde scheint der Art,

*) Deinde cum siderum scientias et observationes apud eos exerceri ostenderimus, sequitur, ut et corpora nacti sint lignis metallisque tractandis, inque instrumenta machinasque adoptandis idonea. At homunciones, muribus non majores, non possent siderum animadversiones instituere, nec instrumenta parare aut disponere etc.

daß wir alle Genüsse, die sie uns, den Menschen und den Thieren, anbietet, durch jene fünf Kanäle in uns aufnehmen können. Allein ein anderer Planet, eine andere Natur wird vielleicht auch andere Sinne voraussetzen, und wir haben keinen Grund zu behaupten, daß auf jedem Planeten nur die Erscheinungen unserer Erde immer wieder kommen werden.

Obschon es also wohl am klügsten wäre, über diese Dinge, von welchen wir nichts wissen und nichts wissen können, auch weiter nichts zu sprechen, so haben es, wie gesagt, doch mehrere schätzbare Astronomen sich erlaubt, einige ihrer Nebenstunden einem Ausfluge in jene unbekannten Gegenden zu widmen, und so wird es auch uns gegönnt seyn, die Ausbeute, die jene von ihren Excursionen zurück gebracht haben, etwas näher anzusehen.

Auf diese Weise hat sich also auch Huygens mit den bereits angeführten, allgemeinen Bemerkungen über jene Weltkörper nicht begnügt, sondern er versuchte es, auf jeden einzelnen derselben herabzusteigen und uns einige nähere Nachrichten von ihm mitzutheilen.

Auf dem Merkur, sagt er, wo die Sonnenscheibe siebenmal größer, als bei uns erscheint, herrscht eine so intensive Hitze, daß alle unsere Pflanzen verdorren und wir selbst in kurzer Zeit zu Grunde gehen müßten. Die Pflanzen und Thiere sind daher dort so eingerichtet, daß sie diese höhere Temperatur sehr gut ertragen, und daß sie sich in einem Zustande wohl befinden können, den wir für das größte Unglück ansehen müßten. Die Bewohner dieses Planeten glauben, daß wir vor Kälte schon längst alle erstarrt sind, wie wir wohl dasselbe von den Leuten im Uranus glauben, während wir alle, jeder in seiner Welt, uns recht wohl befinden. Da aber, fährt Huygens weiter fort, mit der Wärme das Leben des Körpers sowohl, als auch die Kraft und Lebhaftigkeit des Geistes so innig zusammenhängt, so ist nicht zu zweifeln, daß die Hermopoliten uns armen Erdbewohnern an geistigen Fähigkeiten weit überlegen sind. Warum aber, fragt er sich selbst, warum gilt nicht dasselbe auch von den Bewohnern Afrika's oder Südamerika's, die es doch auch viel heißer haben, als wir und die demungeachtet an Geisteskraft den Europäern so weit nachstehen? Dazu kömmt,

daß wir, indem wir die Bewohner Merkurs durchaus für Genies erklären, die von Jupiter und Saturn aus demselben Grunde für Dummköpfe erklären müßten, was ihm denn doch wieder leid thut, da diese Leute, bei ihren vielen Monden, eine so schöne Gelegenheit zu astronomischer Bildung haben, daher er denn auch die ganze Sache lieber auf sich selbst beruhen lassen will. Dadurch von weiteren Versuchen dieser Art abgehalten, wagt er es auch nicht, uns seine Meinungen von den Bewohnern der anderen Planeten mitzutheilen, sondern er beschränkt sich bloß auf die Klimate und Jahreszeiten derselben und auf den Anblick des Himmels, dessen Verschiedenheiten er für die einzelnen Standpunkte der Beobachter aufzählt.

§. 124. (Kircher's Meinung von den Bewohnern der Planeten.) Nicht so vorsichtig benahm sich Kircher in seinem bekannten Iter ecstaticum. Dieser Jesuit fingirt eine Reise, die er an der Hand eines Genius, von Planeten zu Planeten, gemacht hat, und erzählt uns, was ihm daselbst zu Gesichte gekommen seyn soll. Seine Phantasie scheint lebhaft genug, aber nicht gehörig geregelt, noch durch hinlängliche Kenntnisse unterstützt gewesen zu seyn. Dabei setzt dieser alte Gegner des Copernicus voraus, daß sämmtliche Planeten unbewohnt seyen, und daß man auf ihnen nicht einmal Pflanzen und Bäume finde, wodurch er sich selbst alle Mittel zu artigen Erfindungen, um die es sich hier allein handelte, abgeschnitten hat. Den Einwurf, daß bei dieser Voraussetzung die Planeten ganz unnütz sind und eben so gut völlig weg bleiben könnten, widerlegt er dadurch, daß er beweist, sie seyen alle der Erde und zwar der astrologischen Einflüsse wegen da, die sie auf die Erde ausüben. Diesem gemäß fand er auf der Venus alles gar lieblich und schön, wie es dem Wohnsitze der Liebesgöttin ziemt; ein sanftes Rosenlicht war über den ganzen Planeten ausgegossen, Wohlgerüche dufteten rings umher, Zephire säuselten in das Gemurmel der Bäche und ringsum glänzte alles von Gold und Edelsteinen. Auf dem Jupiter fand er die Luft äußerst rein und gesund, das Wasser spiegelhell und die Erde selbst wie Silber glänzend. Wie konnte er auch anders, da, nach der Lehre der Astrologen, der Einfluß dieser beiden Planeten auf die Menschen durchaus nur der glücklichste ist, und da die von ihnen

begünstigten Leute bald durch Schönheit und Liebenswürdigkeit, bald durch männlichen Muth und hohen Verstand ausgezeichnet werden. Auch im Merkur war es noch erträglich, nur ging es ihm daselbst zu lebhaft und queckſilberartig zu, aus Ursache, weil die in seinem Zeichen Geborenen mit Leichtsinn und schalkhaftem Wesen begabt zu seyn pflegen. Ganz anders war sein Empfang auf dem Mars, dem rauhen Kriegsgotte, wo er alles fürchterlich und abschreckend sah, wo große Ströme von flammendem Pech sich über ihre Ufer ergossen und ganze Länder in dichten, erstickenden Rauch hüllten. Noch schlechter aber war es auf Saturn, der ihm als ein weites, einsames, finsteres Grab erschien, von dem nichts als Unheil zu erwarten war, daher er sich denn auch so geschwinde als möglich wieder von ihm zu entfernen suchte. Man weiß nämlich, wie übel die zwei letzten Planeten bei den Astrologen angeschrieben waren, daher sich auch hier nichts Gutes von ihnen sagen ließ. Da diese kurzen Besuche nicht hinreichten, unsern Reisenden vollständig zu unterrichten, so wendet er sich noch mit einigen nachträglichen Fragen an seinen Genius, der ihm dann erzählt, daß das Firmament keineswegs von Krystall sey, wie Kircher mit vielen Andern bisher glaubte, sondern daß es eine Art von Wasser, ein großer Ocean wäre, in welchem die Sonne, die Planeten und die Fixsterne, wie Fische, herum schwimmen, daß aber die Bewegungen dieser Fische von eigenen Genien geleitet würden, die denselben mit einem Stabe ihre Bahn im Wasser vorzeichnen, daß übrigens dieses Wasser, so wie das, welches die Bäche der Planeten bildet, kein gewöhnliches, sondern ein ganz anders beschaffenes Wasser sey, daher auch mit demselben ein Jude oder Heide nicht gültig getauft werden könne, und was dergleichen Dinge mehr sind, die ich weiter zu erzählen Anstand nehmen muß, da sie in der That nicht bloß für einen Genius, sondern selbst für einen solchen Schüler eines Genius gar zu albern sind, um weiter bei ihnen verweilen zu können.

§. 125. (Fontenelle's Ansichten von den Bewohnern der Planeten.) Hören wir dafür noch, auf welche Weise Fontenelle diesen Gegenstand in seinen bekannten Dialogen über die Mehrheit der Welten behandelt. — Auf dem Merkur, sagt er, ist die Hitze so

unmäßig, daß die guten Leute daselbst, die nun seit so langer Zeit auch hoffentlich daran gewöhnt sind, wenn sie plötzlich in die Mitte Afrika's versetzt würden, vor Kälte klappern und am Ende ganz erfrieren müßten. Unser Gold und Silber muß dort, der ungeheuern Hitze wegen, im beständigen Flusse seyn, wie bei uns das Queckſilber *), und da diese geschmolzenen Metalle das eigentliche Wasser ihrer Ströme ausmacht, so lassen es sich die guten Leute wohl nicht einfallen, daß es andere Welten gibt, wo man dieses Wasser nur als den härtesten Körper kennt und dasselbe als Münzen bei sich in der Tasche herumträgt. Seine Tage müssen offenbar sehr kurz seyn**), oder er muß sich sehr schnell um seine Axe drehen, weil sonst die armen Leute auf diesem Planeten von der glühenden Esse, die über ihren Häuptern schwebt, ganz gebraten werden müßten. Daher dürfen wir uns auch nicht zu sehr verwundern, wenn wir einmal hin kommen und sehen, daß sie alle im Kopfe nicht recht richtig sind, daß den meisten das Gehirn verbrannt ist und daß sie stets lustig und leichtsinnig ***) wie die Kinder und die Narren in den Tag hinein leben und nur froh sind, wenn die kühle Nacht wieder kömmt, wo sie von ihren Sprüngen und von der Sonnenhitze etwas ausruhen können.

Was nun weiter die Venus betrifft, so sind die Bewohner derselben lauter Seladons und Sylphiden, Romanenhelden und Heldinnen, verliebte Zeisige, die, wie unsere Dichter, von nichts als Liebe girren und sich damit einander oft ganz entsetzliche Langeweile machen. Von Philosophie, Mathematik und andern ernsthaften Dingen ist da das ganze Jahr keine Rede, nicht einmal

---

*) Fontenelle hat hier, wie sonst öfter, übertrieben, und seine Farben etwas stärker aufgetragen. Auf Merkur ist die Beleuchtung und also vielleicht auch die Temperatur, nur sechsmal größer, als bei uns, allein zum Schmelzen des Goldes und Silbers müßte die Hitze einige tausendmal größer seyn.

**) Sie sind aber nahe so lang, als die Tage der Erde.

***) Der Uebersetzer Fontenelle's, Bode, macht dazu ganz ernsthaft die Bemerkung: „Sonderbar! Man findet doch sonst bei uns, in „Berlin, daß eine große Hitze den Geist eher schläfrig und träge, „als lebhaft mache."

Zeitungen lesen sie und überhaupt gar keine Bücher, weil sie vor lauter Liebeleien nicht dazu kommen können, ausgenommen den weinerlichen Siegward und die jämmerliche Palmela, die aber dort in allen Sprachen übersetzt und schon, so lang sie auch sind, von den kleinsten Kindern in den Schulen auswendig hergesagt werden müssen. Und dabei ist dieses verliebte Völkchen das häßlichste von der Welt, schwarz, von der Sonne halb zu Kohlen verbrannt, aber dabei doch immer lustig und munter. Nirgends soll es mehr Dichter oder wenigstens Versemacher geben, und der Musik, der Tänze und Festgelage soll dort gar kein Ende seyn, und kurz, wenn sie, wie übrigens alle Bewohner heißer Gegenden, nicht gar so mäßig lebten, denn sie sollen beinahe nichts essen und bloß von der Luft leben, so würde man das bekannte schöne Dystichon unseres Schiller, womit er eine große Haupt- und Residenz-Stadt des ehemaligen h. römischen Reichs so treffend geschildert hat, ohne alle Umänderung auf sie anwenden können.

Von dem Planeten Mars, sagt unser Verfasser weiter, weiß ich gar nichts Merkwürdiges anzuführen, daher er es auch nicht verdient, daß wir uns weiter bei ihm aufhalten.

Bald sollte man es mit Jupiter eben so machen, obschon er der größte unter allen Planeten ist. Warum nämlich sollten wir uns so sehr um ihn bekümmern, da er sich doch um uns so wenig annimmt, daß er wahrscheinlich nicht einmal von unserer Existenz etwas weiß. Unsere Erde erscheint ihm als eine 144 mal kleinere Scheibe, als er uns erscheint, und wenn daher die Leute dort keine Fernröhre oder keine Adleraugen haben, so können sie uns mit aller Anstrengung nicht einmal sehen. Und wenn ja einmal ein glücklicher Astronom mit einem Riesenrefractor das kleine schimmernde Lichtpünktchen *) sieht und seine große Entdeckung in den Journalen ankündigt — was wird die Folge davon seyn? — Der

*) Die Erde erscheint dem Jupiter nur unter einem Durchmesser von 3 Secunden und immer sehr nahe bei der Sonne, von der sie sich nie über eilf Grade entfernt, so daß sie, wenn sie ja dort sichtbar ist, immer nur kurz vor dem Aufgange oder gleich nach dem Untergange der Sonne an dem Horizonte des Beobachters bemerkt werden kann.

große Haufe wird es nicht lesen oder darüber lachen; die Philosophen, mit deren System die neue Entdeckung nicht übereinstimmt, werden nichts davon glauben; eine andere Gattung von Leuten werden den armen Astronomen bis in den Tod verfolgen und noch ein anderer, nicht eben klügerer Theil wird — neutral bleiben und sich um die ganze Sache, d. h. um uns alle hier unten, nicht weiter kümmern.

Aber die Jupitersbewohner, mit den Entdeckungen auf ihrem eigenen Planeten so sehr beschäftiget, daß ihre Colombos wahrscheinlich nicht Zeit haben, an uns zu denken, werden, nach uns zu schließen, noch nicht einmal den hundertsten Theil ihrer Länder und Völker kennen, während die Bewohner Merkurs, und noch mehr die der vier neuen Planeten, wahrscheinlich sich allesammt schon längst kennen und ganz wie die Einwohner unserer Dörfer unter einander verwandt sind. Ueberhaupt aber mag es mit der Astronomie dieser guten Leute sehr schlecht stehen. Denn auch von der Venus und dem Merkur wissen sie nichts, da jene nur 8 und dieser nur 4 Grade sich von der Sonne entfernt und also immer in ihren Strahlen schwimmt. Selbst von dem ihnen nächsten großen Planeten, dem Saturn, werden sie weder den Ring, noch die sieben Monde sehen, wenn anders nicht ein zweiter Galilei auch bei ihnen schon das Fernrohr erfunden hat. An den eigenen vier Monden werden sie sich vielleicht schadlos halten und die beinahe täglich vorfallenden Finsternisse derselben wahrscheinlich ohne jene Furcht beobachten, die uns so lange geplagt hat. Doch dürfen wir daraus nicht schließen, daß sie nicht an anderen, vielleicht größeren Uebeln leiden, und wenn sie uns gleichen, so werden sie gewiß auch ein Vorurtheil, einen Aberglauben nur verlassen, um dafür zehn andern, eben so thörichten, anzuhängen. Die jahrelangen Nächte, welche auf Jupiter und Saturn herrschen, könnten allerdings der praktischen Astronomie sehr förderlich seyn, aber die Kälte dieser Jahreszeiten ist wahrscheinlich wieder so groß, daß die meisten ihre warme Stube allen andern Unterhaltungen vorziehen werden. Wenn die Natur auf den Saturn und Uranus nicht andere Mittel gefunden hat, Wärme zu erregen, als bei uns, so müssen die Bewohner derselben für die Kälte ganz unempfindlich seyn

und wir würden sie, wenn sie plötzlich nach unserm Lapplande versetzt würden, vielleicht augenblicklich vor Hitze umkommen sehen. Das Wasser ihrer Flüsse, wenn es anders unserm Wasser gleicht, wird unsern polirten Steinen, und selbst der bei uns nie frierende Weingeist wird unsern Diamanten gleichen. Unter solchen Verhältnissen kann man sich die Leute in diesen von der Sonne entfernten Weltkörpern nicht gut anders, als sehr träg und phlegmatisch denken, und während die des Merkurs stets tanzen und lachen, mögen die im Saturn oder im Uranus wie unsere Austern, an den Stellen liegen bleiben, wo sie geboren sind und nicht einmal wissen, wie man fröhlich seyn und lachen kann.

Doch genug und vielleicht schon mehr als genug von diesen Dingen, die wir nicht kennen und wahrscheinlich auch nie kennen werden. Mögen wir uns zufrieden stellen, daß wir von der Natur auf einen Ort im Weltraume angewiesen worden sind, der von allen jenen Extremen, der von der Hitze Merkurs und von der Kälte des Uranus gleich weit entfernt ist, und wenn jener alte Philosoph den Göttern dankte, daß er ihn zum Menschen und nicht zum Thiere geschaffen hat, daß er ein Grieche und nicht ein Barbar geboren ward, so wollen auch wir es dankbar erkennen, daß wir auf dem unserer Organisation angemessensten, auf einen mittlern, gemäßigten Planeten, und überdieß auch noch auf die gemäßigte Zone desselben versetzt worden sind und daß wir uns vieler Wohlthaten erfreuen und Tausende von Genüssen erlauben können, für welche die Bewohner des Senegals oder des Eismeeres keinen Sinn haben oder, wenn sie ihn zu ihrem eigenen Unglücke haben sollten, ihn nur selten oder nie befriedigen können.

§. 126. (Ist Uranus der äußerste und letzte Planet des Sonnensystems?) Wichtiger, als jene unfruchtbaren Speculationen, möchte für uns die Frage seyn, ob mit Uranus, den wir zuletzt betrachtet haben, die Reihe der Planeten in der That geschlossen ist, und ob es jenseits dieses Himmelskörpers keinen andern mehr gibt, der so, wie alle bisher aufgezählten, zu dem eigentlichen Sonnenstaat gehört.

Wir haben oben (II. Kap. V.) die Distanzen von der Sonne aufgezählt, in welcher sich die Planeten folgen. Nennt man näm-

lich 4 die mittlere Entfernung Merkurs von der Sonne, so würde, jener Reihe zu Folge, die Entfernung des erstern über Uranus hinaus liegenden Planeten 3 mal 128 und 4 oder 388 seyn. Da nun die wahre mittlere Distanz Merkurs nahe acht Millionen Meilen beträgt, so würde die Distanz dieses neuen Planeten wenigstens 776 Millionen Meilen, also nahe doppelt so groß, als die Distanz des Uranus seyn. Wir werden aber in einem der nächstfolgenden Kapitel zwei merkwürdige Kometen kennen lernen, die beide ihre Aphelien (I. S. 273) über der Uranusbahn, aber doch noch weit diesseits der Bahn jenes vermeinten neuen Planeten liegen haben, und von welchen der eine eine sehr starke Neigung seiner Bahn gegen die Ecliptik hat, während der andere sogar mit einer rückläufigen Bewegung, d. h. von Ost gen West, seine Bahn beschreibt. In dem eilften Kapitel des dritten Theiles dieser Schrift werden wir sehen, daß alle älteren Planeten ohne Ausnahme, so wie auch ihre Monde, eine rechtläufige Bewegung, von West nach Ost, und überdieß eine im Allgemeinen nur geringe Neigung ihrer Bahnen gegen die Ecliptik haben. Es ist äußerst unwahrscheinlich, daß diese Uebereinstimmung der Neigungen und der Richtungen der Bewegung bei allen Planeten das bloße Werk des Zufalls ist, und wir werden finden, daß dieselbe Ursache, welche diese Harmonie hervorgebracht hat, schon zu der Zeit der Entstehung dieser Planeten thätig gewesen seyn, und daß endlich die Wirkungssphäre derselben sich bis zu den äußersten Gränzen unseres Planetensystems ausgedehnt haben muß. Diese Ursache mag nun in einer anfänglich sehr erweiterten Sonnenatmosphäre oder in irgend einem andern uns unbekannten Agens bestanden haben, so folgt doch immer daraus, daß innerhalb dieser Wirkungssphäre keine Bahnen entstehen oder fortdauern konnten, die von jener erwähnten Uebereinstimmung aller Planeten eine Ausnahme machen, deren Bahnen also entweder sehr stark gegen die Ecliptik geneigt sind, oder mit einer retrograden Bewegung zurück gelegt werden; dieß ist aber der Fall mit jenen beiden Kometen. Da nun aber diese zwei Kometen zur Zeit ihres größten Abstands von der Sonne, wie gesagt, zwischen der Bahn des Uranus und des vermeinten noch entfernten Planeten stehen, so ist es sehr wahr-

scheinlich, daß sie auch zur Zeit der Entstehung der Planeten jenseits des Uranus, also außerhalb derjenigen Wirkungssphäre sich befunden haben, in welcher allein Planeten entstehen konnten, oder mit andern Worten, daß es jenseits der Uranusbahn keinen eigentlichen Planeten mehr geben kann.

Doch sind dieß, wie wir hinzusetzen müssen, zwar wahrscheinliche, aber doch nicht bewiesene Muthmaßungen, und es könnte leicht seyn, daß die Beobachtungen der nächsten Jahre uns von dem Ungrunde derselben überführen. Wer hätte, wenige Tage vor dem Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts, uns voraussagen mögen, daß wir in einigen Jahren vier neue Planeten zwischen Mars und Jupiter finden würden. Wie viele derselben, von welchen wir jetzt noch keine Ahnung haben, mögen sich noch in demselben weiten Raume befinden. Wer könnte es uns selbst verargen, wenn wir der Ansicht wären, daß sogar unsere Erde noch einen neuen, uns bisher unbekannten Mond habe? In der That hat schon D. Cassini i. J. 1700 diese Meinung geäußert, die er wegen der großen Distanz der Erde von der Venus und dem Mars sogar sehr wahrscheinlich fand. Wenn dieser Mond sehr klein und überdieß sehr weit von uns entfernt ist, so kann er sich vielleicht noch Jahrtausende um die Erde bewegen, ohne daß die Bewohner derselben auch nur die Existenz desselben erfahren. Vielleicht sind die sogenannten Meteorsteine nichts anders, als solche kleine kosmische Körper, die sich, gleich den größern Planeten, wie Kometen im Weltenraume herumtreiben, und wenn sie einem derselben näher kommen, entweder auf ihn stürzen, wie wir das schon so oft erfahren haben, oder ihn als neue Satelliten auf seiner Bahn um die Sonne begleiten, und von diesem Standpunkte aus betrachtet, ist unsere Erde, und vielleicht jeder andere Planet, von einer großen Anzahl solcher kleinen Monde umgeben, deren Daseyn uns unbekannt ist und so lange bleiben wird, bis einmal der Zufall einen derselben in das Feld unserer Fernröhre führt.

Uebrigens werden die großen Distanzen, in welchen die Planeten von einander abstehen, von dem Urheber der Natur gewiß nicht ohne Absicht gewählt worden seyn, wenn es uns gleich sehr schwer fallen mag, dieselben zu ergründen. Wir glauben,

und Theorie und Beobachtung berechtigt uns dazu, daß zwischen diesen Planeten und der Sonne nur die gegenseitige Anziehung, die wir in dem folgenden Buche unter der Benennung der allgemeinen Schwere näher kennen lernen werden, wirksam sey. Wenn aber diese Planeten einander näher stünden, so würden vielleicht auch andere Kräfte, Affinitäten, chemische Verwandtschaften u. dgl. wirksam werden und sie sind es auch vielleicht gewesen zu einer Zeit, wo diese Planeten durch die Wirkung einer hohen Temperatur in ihrem Innern einen viel größern Raum eingenommen haben, als gegenwärtig, und wo sie, wie es sehr wahrscheinlich ist, in einem Zustande der Flüssigkeit gewesen sind. Die Kometen scheinen sich den Planeten und selbst der Sonne schon oft viel mehr zu nähern, und wir bemerken die Folgen dieser Nachbarschaft bereits in einer sehr auffallenden Veränderung ihrer Gestalt, die bei den Planeten nicht mehr vorkömmt, und wenn der unserer Erde so nahe Mond, statt aus soliden Theilen zu bestehen, gleich jenen Kometen eine bloße Dunstwolke wäre, so würde wahrscheinlich auch seine Gestalt eine ganz andere seyn, als die, welche wir jetzt an ihm bemerken.

Kapitel IX.

Der Mond.

§. 127. (Betrachtungen über eine Reise in den Mond.) Die vorzüglichsten astronomischen Erscheinungen des Mondes haben wir bereits oben (I. Cap. XI) angegeben. Hier wollen wir dasjenige kurz zusammen stellen, was uns über die physische Beschaffenheit seiner Oberfläche bekannt geworden ist.

Diese würden wir nun allerdings am besten kennen lernen, wenn es uns gegönnt wäre, eine Reise in den Mond zu machen und ihn dann in der Nähe zu untersuchen. Da aber bisher noch Niemand, so viel wir wissen, eine solche Reise unternommen hat, so wollen wir zuerst zusehen, welche Hoffnung wir haben, daß wenigstens in der Zukunft ein Unternehmen dieser Art von irgend einem unter uns glücklich ausgeführt werde.

Erstens ist es etwas weit von uns bis zu dem Monde, obschon er unter allen andern Himmelskörpern uns am nächsten steht, und wer sich nicht einer besondern Geduld und Ausdauer bewußt ist, wird besser thun, zu Hause zu bleiben. Seine mittlere Entfernung von uns beträgt (I. S. 321) 51812 d. Meilen. Unsere Dampfeilwägen sollen in jeder Stunde 8 Meilen zurücklegen, sie würden also erst in 270 Tagen, den Tag zu 24 Stunden genommen, dort ankommen. Mit unseren schnellsten Postwägen, die täglich etwa 25 Meilen machen, würde man den Mond erst in 5 Jahren und 247 Tagen erreichen, und diese Zeit wird

doch wohl manchem unserer ungeduldigen Reisenden etwas zu lange dünken. Da aber, wo keine feste Straße ist, auch kein Wagen gebraucht werden kann, so müßten wir uns schon bequemen, zu Schiffen, und zwar zu Luftschiffen unsere Zuflucht zu nehmen. Wenn uns dann das Glück so gut wollen sollte, daß wir immer mit frischen Winden segeln, der bekanntlich in einer Secunde 15 Fuß zurücklegt, so werden wir zu unserer Reise 909 Tage oder 2 Jahre und 179 Tage brauchen; eine noch immer viel zu lange Zeit für alle die, welche sich, der andern Unfälle, die einem auf solchen Reisen begegnen könnten, nicht zu erwähnen, vor dem größten aller Uebel, vor der Langweile fürchten, die dort kaum ausbleiben wird, wo rechts und links von der Straße — gar nichts ist, was die Aufmerksamkeit des Reisenden auch nur einen Augenblick auf sich ziehen könnte. Durch Stürme allerdings könnte diese Reise nicht wenig befördert werden. Unsere Orkane legen in einer Secunde gegen 100 Fuß zurück. Auf den Flügeln eines solchen Sturmwindes würde man also schon in 136 Tagen an Ort und Stelle ankommen, aber — wie ankommen! Wer mag es wagen, sich einem solchen Geleitsmanne anzuvertrauen! — Zwar gäbe es noch andere und wohl auch sehr expeditive Mittel, diese Reise in noch viel kürzerer Zeit zu vollenden. Das Licht z. B., das in 8 Min. 13 Sec. von der Sonne bis zu uns kömmt, würde von uns bis zum Mond schon in $1^2/_5$ Secunde, also, wie wir sagen können, in einem Augenblicke kommen. Aber dergleichen Fahrzeuge sind nicht für uns eingerichtet, die wir nicht bestimmt sind, auf Sonnenstrahlen zu reiten.

Wir müssen also doch wohl wieder zu unsern Luftschiffen zurückkehren. Aber auch hier werden sich bald noch andere Hindernisse zeigen. Unsere Aeronauten haben bekanntlich noch immer kein Mittel, ihr Schiff im contrairen Winde zu leiten und einer sichern Direction zu unterwerfen. Wie leicht ist es dann möglich, daß uns diese Herren, statt nach dem Mond, in das große, uferlose Weltenmeer hinausführen, unde negant redire quenquam, in jenen grenzenlosen Raum, in welchem wir nicht nur den Mond nie erreichen, sondern am Ende selbst noch unsere Erde aus dem Gesichte verlieren werden.

Ja selbst, wenn diese Direction in der Macht unserer Führer stände, welche Richtung sollen sie nehmen, um sicher auf dem Monde anzukommen? Ich fürchte, diese Herren würden sehr in Verlegenheit kommen, wenn sie diese Frage beantworten und den Kompaß vorzeigen sollten, der ihnen den wahren Weg zum Ziele zeigen wird. Ihr Abfahrtspunkt, die Erde, ist bekanntlich eben so beweglich, wie das Ufer, dem sie entgegen steuern sollen. Jene, die Erde, legt in jedem Tage über 355000 Meilen um die Sonne zurück, fliegt also mit einer Geschwindigkeit durch den Himmelsraum, die mit der unserer Kanonenkugeln nicht weiter verglichen werden kann, und dieser, der Mond, begleitet sie auf ihrem Wege, indem er stets in großen Spiralen- oder Schlangenlinien um sie tanzt und seine Geschwindigkeit jeden Augenblick ändert. Während die Erde in einer einfachen Ellipse während einem Jahre um die Sonne geht, lauft ihr Begleiter in einer Entfernung von 51800 Meilen in derselben Zeit 12 1/3 mal um die Erde, so daß seine wahre Bewegung einer aus 12 bis 13 Knoten zusammen geschlungenen Schnur gleicht, die aber so wunderbar verworren ist, daß sie in vielen tausend Jahren nicht wieder in sich selbst zurückkehrt, weil nämlich jene monatlichen Knoten der Mondsbahn mit dieser jährlichen Schnur der Erdbahn kein gemeinschaftliches Maaß haben und jene daher immer in andere Stellen von dieser fallen müssen.

Allein mit dieser Schwierigkeit ist es noch lange nicht gethan. Eine viel größere wird uns die Schwere oder die sogenannte Anziehung der Erde sowohl, als auch des Mondes selbst, bereiten. Die Schwere der Erde wird nicht zugeben wollen, daß sich das Schiff von ihr entferne, da sie alles fest hält, was zu ihr gehört und da wir noch gar kein Beispiel haben, daß ihr etwas von dem, was sie einmal als ihr Eigenthum erklärt hat, hätte entwendet werden können. Wenn wir aber auch, obschon ich durchaus kein Mittel dazu sehe, dieses Hinderniß überwinden und uns heimlich aus dem Bereiche der Erde entfernen könnten, so werden wir, indem wir dann wohlgemuth weiter schiffen, bald darauf in den anderen Bereich, in die Attractionssphäre des Mondes kommen, der dieselbe löbliche Eigenschaft hat, alles fest zu halten, was er

einmal, mit Recht oder Unrecht, als sein Eigenthum erklärt hat. Er hat diese Unart wahrscheinlich von der Erde, deren Trabant er schon so lange ist, gelernt, wie sich denn immer die Diener gern nach ihren Herren, wenigstens in ihren Fehlern, zu richten pflegen. Ja es scheint sogar, als ob dieselbe Sitte sich auch auf gewisse zweibeinige Thiere ohne Federn fortgepflanzt habe, die es im Kleinen eben so zu machen pflegen, wie die Erde und der Mond im Großen. Diese Habsucht also, oder diese Herrschlust, oder, wie man auch zuweilen zu sagen pflegt, diese Attractionskraft des Mondes wird die Ursache seyn, daß unser Luftschiff, wenn es demselben einmal nahe genug gekommen ist, nun recht eigentlich zu ihm herab fallen, ja mit einer solchen Heftigkeit herabstürzen wird, daß das ganze Fahrzeug, und wir mit ihm nur ganz zertrümmert und in dem elendesten Zustande daselbst ankommen können, wodurch daher, selbst wenn alles Vorhergehende auf das Glücklichste abgelaufen wäre, der ganze Zweck der Expedition doch wieder verloren gehen müßte.

Womit sollen wir ferner unsere Aerostaten füllen? — Mit irgend einer Luftart ohne Zweifel, die dünner und leichter ist, als die, in der wir segeln wollen. Allein unsere atmosphärische Luft ist, in der Höhe von etwa zwei Meilen über der Oberfläche der Erde, schon so dünn, daß der sogenannte leere Raum unter unsern Luftpumpen dagegen als sehr dicht angesehen werden kann und weiter ab hat alle Luft, also auch alles Schiffen in der Luft ganz und gar ein Ende. Wir werden daher, nur um uns von der Erde zu erheben, auf eine Kraft denken müssen, die uns von der Erde so stark abstoßt, daß wir, wie eine aus der Mündung der Kanone tretende Kugel, durch diesen Stoß bis zu dem Mond geschleudert werden. Diese Kraft müßte, wie man durch Rechnung zeigen kann, so groß seyn, daß sie unser Schiff, in der ersten Secunde seiner Abfahrt von der Erde, durch 41000 P. Fuß treiben könnte. Eine so entsetzliche Geschwindigkeit ist wenigstens siebenzigmal größer als die einer Kanonenkugel im Anfange ihres Laufes. Wer von uns wird aber auf einer solchen Kugel, und daher noch viel mehr auf einem so viel schnellern Schiffe fahren

wollen, das ohne Zweifel gleich in dem ersten Augenblicke durch die Gewalt dieses Stoßes selbst zertrümmern müßte.

Wie wird es dann mit unsern Lungen stehen in den Gegenden, wo keine Luft mehr ist. Sollen wir uns einen Vorrath davon in Schläuchen mitnehmen? Sie werden keinen kleinen Raum einnehmen, da wir alle die Zeit unserer Reise davon zehren sollen. Und wenn wir endlich auf dem Monde ankommen und unsern Vorrath erschöpft finden, so sind wir wieder wo wir früher waren. Denn unglücklicher Weise ist auch auf dem Monde selbst keine Luft, wenigstens gewiß keine solche, die der menschlichen Lunge angemessen ist.

Endlich, was vielleicht zuerst hätte gesagt werden sollen, da es gewiß den meisten unserer Reisenden, mehr als alles Vorhergehende, jede Lust rauben wird, von der Parthie zu seyn — auf der ganzen, langen, endlosen Straße gibt es, nicht nur keine guten, sondern überhaupt ganz und gar keine Gasthäuser, ja nicht einmal eine Karavanserey, wo man, wenn auch nicht essen und trinken, doch nur ausruhen könnte. Dieser Umstand wird, ich fürchte sehr, die allermeisten unserer Reisenden, selbst viele der sogenannten wissenschaftlichen nicht ausgenommen, zurückschrecken. Wer von ihnen wird es der Mühe werth finden, so lange Zeit ohne einen guten Tisch, ohne weiche Lager, ohne alle Unterhaltung zu seyn und mit Ungemach aller Art zu kämpfen, um am Ende einige Steine oder einige getrocknete Pflanzen, die Niemand von uns brauchen kann, aufzulesen, oder irgend eine Entdeckung zu machen, ohne die wir gewiß auch noch leben können, aus dem einfachen aber hinreichenden Grunde, weil wir bisher ohne sie gelebt haben, eine Entdeckung, auf die am Ende doch nur wieder da und dort ein obscurer Gelehrter einiges Gewicht legen und die von allen andern, selbst von denen ignorirt werden wird, die etwa nach uns dieselbe Reise machen und, unseren Guide de Voyageur in der Hand, sich informiren wollen, nicht, welche Entdeckungen für die Wissenschaften wir gemacht haben, sondern nur, wo guter Wein und schmackhafte Braten zu bekommen sind.

Man sieht aus allem Vorhergehenden hoffentlich zur Genüge, daß ein Unternehmen dieser Art nicht nur thöricht und nutzlos,

sondern auch ganz unausführbar ist und daß es daher besser seyn wird, uns noch ein Weilchen hier unten zu begnügen und aus diesem Thal der Thränen, das wir bewohnen, jene Gefilde der Freude mit sehnsuchtsvollen Augen, oder was noch besser seyn möchte, mit guten Fernröhren anzuschauen.

§. 128. (Vortheile, die uns die Entfernung des Mondes zu der bessern Kenntniß desselben gewährt.) Dieser Umstand, daß wir uns immer in einer artigen Entfernung von dem Monde halten müssen, wird uns allerdings manche einzelne Merkwürdigkeit desselben verbergen und wir dürfen nicht hoffen, die Oberfläche desselben so gut kennen zu lernen, als dieß wohl geschehen könnte, wenn wir auf ihr herumgehen und jeden einzelnen Theil derselben mit dem Microscope untersuchen könnten. Aber derselbe Umstand hat auch wieder, wie alle Dinge in dieser besten Welt, seine gute und sehr schätzenswerthe Seite. Wegen dieser Entfernung lernen wir den Mond im Großen viel besser kennen, als wir ihn in einer größern Nähe sehen würden und wir sehen vielleicht manches von den Eigenschaften desselben auf den ersten Blick, von dem die Leute im Monde, wenn sie anders existiren, selbst nichts wissen. Unsere Urtheile, und so wahrscheinlich auch die der Mondsbewohner, hängen von den Umständen, von unseren Stellungen zu den Gegenständen ab, über die wir urtheilen. Was uns zu nahe ist, können wir eben so wenig deutlich sehen, als was zu weit von uns absteht, und so, wie wir gewöhnlich unter allen Menschen uns selbst am wenigsten kennen, weil wir uns selbst zu nahe stehen, so mögen auch die Seleniten unsere Erde viel besser kennen, als wir selbst, weil sie uns auch zu nahe steht.

§. 129. (Wie dem Monde die Erde erscheint.) Wir haben bereits oben (I. S. 324) von den Lichtabwechslungen gesprochen, welche die Erde dem Monde zeigt und die ganz denjenigen ähnlich sind, welche wir selbst an dem Monde bemerken, nur mit dem Umstande, daß jene den Mondsbewohnern in einem viel größeren Maaßstabe erscheinen, da ihnen die Erdscheibe dreizehnmal größer vorkömmt, als uns die Scheibe des Mondes. Wenn wir Neumond haben und daher nur die dunkle Seite des Mondes, also eigentlich den Mond gar nicht sehen, weil er in A (I. Fig. 26)

zwischen uns und der Sonne steht, so sehen dafür die Bewohner der uns zugekehrten Seite des Mondes die Erde T als eine runde und ganz beleuchtete Scheibe, oder sie haben, wenn man so sagen darf, Vollerde, während wir Neumond haben. Wenn aber der Mond zwei Wochen später nach C kömmt, und für uns der Sonne gerade gegenüber steht, so sehen wir seine ganze beleuchtete Scheibe, während die Bewohner der uns zugekehrten Hälfte des Mondes von der Erde T nur die von der Sonne abgewendete oder dunkle Seite der Erde sehen, oder die Mondsbewohner haben Neuerde, während wir Vollmond haben. Wenn nun diese Seleniten so gute Augen haben, wie wir, so werden sie nicht nur diese Lichtphase, sondern auch die verschiedenen Flecken bemerken, welche auf der Oberfläche unserer Erde von dem Festlande, den Inseln und den verschiedenen Meeren derselben gebildet werden, und die sich ohne Zweifel durch ihre Farben sowohl, als auch durch die verschiedene Intensität der Reflexion der Sonnenstrahlen unterscheiden. So werden sie, wenn es bei uns Mittag und Neumond ist, Europa, Asien und Afrika als eine zusammenhängende hellere Masse erblicken, die auf allen Seiten von einer dunklen, ebenen Fläche, dem Meere, umgeben ist. Nach zwölf unserer Stunden aber sehen sie auf der großen Erdscheibe beinahe die ganze Scene geändert, denn nun ist die sogenannte alte Welt für sie verschwunden, und dafür liegt Amerika mit den vielen Inseln des Südmeeres vor ihren Blicken. Auf diese Weise haben die Bewohner des Mondes, und nicht bloß die Gelehrten unter ihnen, ohne Zweifel schon vor Jahrtausenden und zwar auf den ersten Blick gesehen, worüber sich unsere Geographen und Astronomen so lange gestritten haben, daß nämlich die Erde an ihren beiden Polen abgeplattet ist. Amerika war ihnen lange vor Columbus, und Australien lange vor Cook schon bekannt, und die bei uns noch immer nicht aufgelöste Frage von einer nordöstlichen Durchfahrt nach Ostindien oder von dem großen Lande am Südpol ist bei ihnen schon längst entschieden, da Jedermann, der nur eben Augen hat, alle diese Dinge in jedem Monate beinahe dreißigmal vor sich auf- und niederwälzen sieht. Die große Ueberschwemmung, von welcher wir nur mehr dunkle Sagen haben, obschon

sie vielleicht das ganze damals bekannte Menschengeschlecht getroffen hat, haben sie ohne Zweifel eben so ruhig angesehen, als sie jetzt noch den Zug unserer Kriegsheere und das Gewühl unserer Schlachten betrachten, in denen sich unsere Brüder, oft ohne zu wissen, warum, in einer Stunde zu Tausenden morden. Eine Stadt wie Wien z. B., von 3000 W. Klaftern im Durchmesser, würde, vom Monde gesehen, unter dem Winkel von $3^1/_2$ Sec. erscheinen. Mit einem Fernrohr, das nur 25 mal vergrößert, würde ihnen daher die Stelle, welche diese Stadt einnimmt, nahe eben so groß, als uns Uranus erscheinen. Ueberhaupt sehen wir eine Linie von $0,_{22}$ Meilen oder 5020 P. Fuß Länge auf der Oberfläche des Mondes, von der Erde betrachtet, unter dem Winkel von einer Secunde, daher wir Gegenstände im Monde, die unsern einzelnen Häusern, Feldern ꝛc. gleichen, noch nicht deutlich sehen können. Der schöne, runde Fleck Plato im Monde, der zehn d. Meilen im Durchmesser hat, wird schon mit einem Fernrohr von zehnmaliger Vergrößerung, unter dem Winkel seines Durchmessers von 45 Sec. sehr deutlich gesehen. Mit einer Vergrößerung von 200 würde man in einem lichtstarken Fernrohre wohl schon Gegenstände im Monde erkennen, die eine halbe Meile im Durchmesser haben und daher unter dem Winkel von $2^3/_{10}$ Sec. erscheinen. Es scheint daher keinem Zweifel unterworfen, daß die Seleniten, wenn sie anders den unseren ähnliche Augen haben, unsere großen Städte, Flüsse u. dgl. sehen können, und daß sie vielleicht im Großen viel genauere Karten von unserer Erde besitzen, als alle unsere topographischen Bureaus zusammen genommen, die wahrscheinlich sehr in Verlegenheit kommen würden, wenn sie uns die genauen Karten von dem Innern Afrikas oder Neuhollands vorzeigen sollten.

§. 130. (Tages- und Jahreszeiten auf dem Monde.) Ueber das sonderbare Verhältniß der Jahres- und Tageszeiten, das auf dem Monde herrscht, haben wir schon oben (I. S. 327) gesprochen. Wegen der äußerst geringen Schiefe seines Aequators gegen seine Bahn, von bloß $6^6/_{10}$ Graden, verschwindet der Unterschied der Jahreszeiten beinahe gänzlich, und die Sonne steht dort beinahe immer im Aequator oder im Zenithe der Bewohner dieses

Aequators, daher auch alle übrigen Bewohner des Mondes, so lange sie ihren Ort auf der Oberfläche desselben nicht ändern, die Mittags-Sonne im Sommer wie im Winter immer sehr nahe in derselben Höhe über ihrem Horizonte bemerken, die Bewohner des Aequators in ihrem Scheitel und die Polbewohner immerwährend in ihrem Horizonte, so daß also gleichsam dort ein ewiger Sommer und hier ein ewiger Winter herrscht, während in den Zwischengegenden ein immerdauernder Frühling seine Wohnung aufgeschlagen hat. Auch sind die Tage auf dem Monde beinahe durchaus den Nächten an Länge gleich, nicht wie bei uns, im Sommer länger und im Winter kürzer. Solcher Orte, wie unsere Polarländer, denen die Sonne im Sommer lange Zeit nicht unter-, und im Winter nicht aufgeht, kann es im Monde nicht geben. Die Temperatur auf der Oberfläche des Mondes ist ebenfalls nicht so gleichförmig vertheilt, wie auf der Erde. Auf der Erde werden die näher bei den Polen liegenden Gegenden in ihrem Sommer beträchtlich erwärmt, so wie auch die heiße Zone zur Zeit der Solstitien wegen des schiefen Standes der Sonne wieder etwas abgekühlt wird. Nicht so auf dem Monde, wo die den Polen näheren Orte die Sonne immerfort tief an ihrem Horizonte und die dem Aequator nahen Orte sie immer in ihrem Scheitel sehen, wo also der Sommer sowohl, als auch der Winter an bestimmte und unveränderliche Gegenden gebunden ist.

Noch mehr sind die Tageszeiten des Mondes von denen der Erde verschieden. Wir haben bereits oben (I. S. 328) gesagt, daß der Tag in weiterem Sinne des Wortes, d. h. die Zeit zwischen zwei nächsten Aufgängen der Sonne bei den Seleniten gleich dem Jahre derselben ist. In der Zeit von einem Neu- oder Vollmonde zum anderen, d. h. in $29^1/_2$ unserer Tage, bewegt sich der Mond, in Beziehung auf die Sonne, um die Erde und zugleich (I. §. 326) um seine Axe; jenes ist sein Jahr und dieß sein Tag. In dieser Zeit von $29^1/_2$ Tagen werden nach und nach alle Theile des Mondes von der Sonne beschienen und jeder Ort auf demselben hat die Sonne ununterbrochen $14^3/_4$ Tage über und eben so lange unter seinem Horizonte. Klima und Erwärmung ist also auf diesem Himmelskörper sehr ungleich vertheilt, aber

die Beleuchtung ist dafür desto gleichförmiger und keine Zone sieht die Sonne längere Zeit, als die andere, da auf dem ganzen Monde Tag und Nacht beständig sehr nahe gleich sind und jede dieser Zeiten $14^3/_4$ unserer Tage dauert, so daß die Mondbürger in $29^1/_2$ unserer Tage die Sonne und alle Sterne nur einmal auf- und untergehen sehen.

§. 131. (Wie auf dem Monde der Himmel erscheint.) Allein bei dieser zwar sehr langsamen, aber allgemeinen Umwälzung der Himmelskörper giebt es *einen*, der an dieser Bewegung keinen Theil nimmt, und in absoluter Ruhe am Himmel zu stehen scheint, und dieser Himmelskörper ist scheinbar größer, als alle übrigen, selbst viel größer, als die Sonne, und dieß ist — *unsere Erde*. Da sich nämlich der Mond in derselben Zeit um die Erde bewegt, in welcher er sich um sich selbst dreht, und da der der Erde nächste Punkt seiner Oberfläche ihr auch immer der nächste bleibt, so daß er gleichsam, wie schon oben (I. S. 326) gesagt wurde, durch eine feste Stange unveränderlich mit uns verbunden ist, so folgt daraus, daß die Seleniten, so lange sie nur selbst ihren Ort auf dem Monde nicht ändern, unsere Erde immer in derselben Entfernung von ihrem Zenithe ruhig am Himmel stehen sehen. Die in der Mitte der uns sichtbaren Scheibe wohnenden Mondbürger sehen die Erde *immer* in ihrem Scheitel, die am Rande dieser Scheibe wohnenden sehen sie eben so *immer* in ihrem Horizonte, und die zwischen Rand und Mittelpunkt wohnenden endlich, sehen die Erde das ganze Jahr durch stets in derselben und zwar in einer um so größern Höhe über ihrem Horizonte, je näher sie selbst bei dem Mittelpunkt der uns sichtbaren Mondscheibe sich aufhalten. Sonne, Planeten und alle anderen Gestirne des Himmels gehen für den Mond alle 14 oder 15 unserer Tage einmal auf und unter, aber für die Erde hat weder Auf- noch Untergang statt. Diese Erde erscheint ihnen dreizehnmal größer, als uns der Mond, und diese gewaltige Lichtscheibe scheint ihnen fest und unveränderlich am Himmel zu stehen, während sich alle anderen Gestirne, selbst die Sonne, in $29^1/_2$ unserer Tage um diese Scheibe zu bewegen und täglich dreizehn Grade sich von ihr gen West zu entfernen scheinen. Welch' einen Anblick mag dieß

für die Bewohner des Mondes gewähren! Ich kann nicht weiter zweifeln, daß die Gelehrten im Monde, die gleich den unseren für alles sofort ihre Gründe haben, diese auffallende Erscheinung des Stillstandes eines, alle andere Gestirne an Größe so weit übertreffenden Himmelskörpers, sehr scharfsinnig aus der dieser Größe höchst angemessenen Trägheit ableiten und daß eben so ihre Dichter, wenn sie das Lob der Faulheit singen, unsere Erde als Muster und als das erhabenste Ideal derselben aufstellen werden. Und wer wird es den frommen Gemüthern dieses Volkes verargen können, wenn sie dieses ungeheure Gestirn mit seinem auffallenden Lichtwechsel als den Abglanz der Gottheit verehren, die in ewiger Ruhe ihren festgegründeten Thron einnimmt, während alle andern Gestirne des Himmels, Sonne und Planeten nicht ausgenommen, in abgemessenen Bahnen ehrfurchtsvoll vor ihr vorüberziehen.

§. 132. (Bewohner der vorderen und hinteren Seite des Mondes.) Doch gilt dieß erhabene Schauspiel nur denjenigen Mondesbürgern, welche die vordere, gegen die Erde gewendete Hälfte des Mondes bewohnen. Die andern wissen nichts davon, da sie (I. S. 326) ewig von der Erde abgewendet sind und sie daher nie sehen können. Sie haben daher auch wohl keine Ahnung von den herrlichen Erscheinungen, welche ihre Nachbarn auf der andern Hälfte ihrer Erde täglich und stündlich genießen, wenn sie nicht zuweilen von Reisenden, die aus jenen Gegenden zu ihnen kommen, davon Nachricht erhalten. Mit welchem Erstaunen mögen sie die Erzählungen derselben anhören und mit welcher Andacht werden sie vielleicht in ganzen Karavanen ihre Wallfahrten nach dem glücklichen Orte anstellen, wo ihnen der Anblick dieser Wunder des Himmels gegönnt ist. Diejenigen Seleniten, welche nahe an dem Rande der uns sichtbaren Scheibe wohnen, können diese Reise in kurzer Zeit vollenden und die Genüsse, die sie erwarten, mögen die unserer sogenannten Reisen um die Welt weit übertreffen.

Uebrigens haben diese glücklichen Bewohner der Vorderseite des Mondes noch einen andern nicht geringen Vortheil vor ihren Nachbarn auf der andern Seite voraus, und es scheint dort oben wie hier unten zu gehen, daß dem, der einmal im Vortheile ist, das Glück von allen Seiten zuzuströmen pflegt. Wir haben

nämlich oben (I. S. 324) gesehen, daß die Erde dem Monde ganz eben solche Lichtabwechslungen zeigt, wie der Mond uns, und daß die Bewohner des letzten die große Scheibe der ersten bald im Vollichte, bald in einem ihrer beiden Viertel, bald wieder im Neulichte sehen. Diese vier Phasen der Erde werden ihnen ohne Zweifel ein sehr bequemes Mittel geben, ihre langen Tage einzutheilen, so wie wir den Abwechslungen des Mondes unsere Wochen und Monate verdanken. Nebst dieser Eintheilung ihres Tages, oder was dasselbe ist, ihres Jahres in vier gleiche Theile, werden ihnen die großen Flecken der Erde, die sich regelmäßig ihren Blicken zeigen und wieder entziehen, als Mittel zu Unterabtheilungen jener Zeiten dienen. — Aber auch diesen Vortheil genießen nur diejenigen, welche die vordere, uns sichtbare Seite des Mondes bewohnen, so wie zugleich nur die Nächte dieser Hemisphäre von der Erde, wenn diese im Vollichte ist, beleuchtet, und zwar dreizehnmal stärker, als die Erde vom Vollmonde, beleuchtet werden, während die andere Hemisphäre, zu derselben Zeit sowohl das Licht der Sonne, als auch das der Erde völlig entbehren muß.

§. 133. (Berge des Mondes.) Mit unbewaffnetem Auge gesehen, erscheint uns der Mond als eine runde, ebene Scheibe, mit mehreren grauen Flecken bedeckt, die uns entweder ihr eigenes oder das von einem andern Körper erhaltene Licht, gleich einem Spiegel, zuwirft. Allein die Abwechslung seiner Lichtgestalten und die Abhängigkeit derselben von der Stellung des Mondes gegen die Sonne *) zeigt uns sehr bald, daß der Mond keine ebene Scheibe, sondern eine Kugel ist, und daß diese Kugel kein eigenes Licht hat, sondern dasselbe nur von der Sonne geborgt erhält. (Vergl. I. §. 163). Auch sieht man bald, daß die Oberfläche dieser Kugel nicht so glatt, wie die eines convexen Spiegels seyn kann, weil sie sonst das Bild der Sonne nur von einem einzigen

*) Nennt man den scheinbaren Halbmesser des Mondes die Einheit, so ist die größte Breite des beleuchteten Theiles desselben für jeden Tag des Mondmonats gleich dem Sinus versus des Winkels, den man erhält, wenn man die Länge der Sonne für diesen Tag von der Länge des Mondes subtrahirt.

Punkte dieser Kugel zurückwerfen könnte und weil wir dann den Mond nur wie einen kleinen lichten Stern, aber nicht wie eine große beleuchtete Scheibe sehen würden. Diese Oberfläche des Mondes wird also rauh und vielleicht mit einer großen Menge von Unebenheiten, von Bergen und Thälern, bedeckt seyn, von welchen jeder Theil für sich als ein kleiner Spiegel betrachtet werden muß, der sein Licht nach irgend einer Seite hin versendet und die alle zusammen die Ursache sind, daß wir den ganzen Mond so sehen, wie er uns in der That erscheint. Wir werden bald sehen, daß schon sehr mittelmäßige Fernröhre uns von dem Daseyn dieser Berge und Thäler vollkommen überzeugen.

Da nun aber unsere Erde, wie allgemein bekannt, ebenfalls eine Kugel und da ihre Oberfläche auch mit Unebenheiten aller Art bedeckt ist, so ist kein Zweifel, daß die Erde den Bewohnern des Mondes eben so, wie der Mond uns, als eine beleuchtete Scheibe, erscheinen wird. Mit Unrecht haben wir daher bisher unsere Erde als einen rauhen, dunklen Kloß von Erde angesehen, während wir die so hell leuchtenden Planeten und andere Himmelskörper, ihrer Schönheit wegen, für ganz andere und höhere Wesen zu halten durch diesen Irrthum veranlaßt worden sind. Auch hier hing also, wie in so vielen anderen Dingen, unser Urtheil nur von unserer Stellung und von der Art ab, wie wir die Dinge um uns ansehen. Wer zwischen der Erde und dem Monde mitten inne stände, würde den rechten Standpunkt einnehmen, aus welchem er beide Körper gleich vortheilhaft und gleich richtig beurtheilen könnte.

Daß die grauen Flecken, die wir in dem Monde bemerken, in der That Berge und Thäler sind, lehrt uns schon der erste Blick, den wir durch ein Fernrohr auf denselben werfen. Der bloße Anblick dieser Gegenstände selbst läßt weiter keinen Zweifel über jene Voraussetzung entstehen, und die Schatten, welche sie werfen, überzeugen uns vollkommen von der Richtigkeit derselben. Diese nicht weiter zu verkennenden Schatten stehen nämlich immer auf der der Sonne gegenüber liegenden Seite, und sie sind auch immer desto länger, je höher diese Berge selbst sind oder je tiefer für sie die Sonne an dem Horizonte derselben steht. An

der Lichtgränze, wo die helle Phase des Mondes sich von der dunklen scheidet, liegen alle die Orte, denen die Sonne eben auf- oder untergeht, und eben hier sind auch die Schatten, welche die Gipfel der Berge, so wie diejenigen, welche die hohen Wälle der Thäler in ihre Höhlungen werfen, durchaus die längsten. Im Gegentheile werden diese Schatten für alle Orte immer kürzer, je tiefer diese Orte selbst in der Lichtseite liegen, weil für sie der Tag schon längst angefangen und die Sonne schon eine größere Höhe über ihrem Horizonte erreicht hat. Zur Zeit des Vollmondes endlich, wo die Bewohner der Mitte der jetzt ganz beleuchteten Scheibe eben Mittag und daher die Sonne in ihrem Zenithe haben, bemerkt man von diesen Schatten beinahe keine Spur mehr, so wenig, als man sie in unserer heißen Zone bei allen senkrechten Gegenständen in dem Mittage desjenigen Tages bemerkt, an welchem die Sonne in dem Scheitel dieser Gegenstände steht. Aus dieser Ursache ist auch die beste Zeit der Beobachtung, die Zeit, wo man den Mond in seinem günstigsten und auffallendsten Lichte sieht, keineswegs der Vollmond, sondern vielmehr die Tage kurz vor und nach dem Neumonde, wo er nur als ein feiner Silberfaden oder als eine schmale Sichel am Himmel steht und die Schatten seiner Berge und Schluchten am deutlichsten und grellsten erscheinen. Ueber die Benennungen dieser Berge und Thäler, wie sie von verschiedenen Astronomen vorgeschlagen wurden, haben wir bereits oben (S. 76) einige Nachrichten mitgetheilt, für das nun Folgende ersuchen wir die Leser, die Mondkarte am Ende des gegenwärtigen Theils aufzuschlagen.

§. 134. (Nähere Beschreibung der Mondsberge.) Bemerken wir zuerst von diesen Bergen die wahrhaft ungeheuere Höhe derselben. Der Chimborasso, der sonst immer als der höchste Berg der Erde angegeben wurde, hat eine Höhe von 19320 Par. Fuß über der Meeresfläche und beträgt daher nur den 1017ten Theil des Erdhalbmessers. Der Dhawalagiri im Himalaja-Gebirge soll 24150 P. Fuß Höhe haben, und würde daher den 812ten Theil des Halbmessers der Erde betragen. Ein Globus, auf welchem der letzte Berg in der Höhe eines Zolles erscheinen sollte, müßte daher gegen 180 Fuß im Durchmesser haben. Allein Schröter hat Berge im Mond gefunden, deren Höhe 25000 P. Fuß beträgt,

die also, da der so viel kleinere Mond nur einen Halbmesser von 233 Meilen hat, im Verhältniß zu diesem Halbmesser nur den 214ten Theil desselben betragen, d. h. mit andern Worten: die Berge im Mond sind verhältnißmäßig zu der Größe desselben viermal höher, als die Berge auf der Erde. Welche Naturkraft hat diese großen Massen auf dem Monde bis zu dieser entsetzlichen Höhe aufgethürmt!

Wir werden weiter unten sehen, daß die Masse des Monds nahe den 70sten Theil der Erdmasse beträgt, und daß die Körper auf der Oberfläche desselben in der ersten Secunde nur durch $2^4/_5$ Fuß also nahe fünfmahl weniger tief fallen, als auf der Erde, daß also auch die Schwere oder die Kraft, mit welcher der Mond alle Körper auf seiner Oberfläche an sich zieht, nur den fünften Theil von der Schwere der Erde beträgt. Daraus folgt, daß unser Schießpulver, auf den Mond gebracht, daselbst viel größere Schußweiten, als bei uns, erzeugen würde. Auf der Erde würde eine Kanonenkugel, die mit einer anfänglichen Geschwindigkeit von 800 Fuß in einer Secunde senkrecht in die Höhe geschossen wird, etwa 26 Secunden steigen, und eine Höhe von 10600 Fuß erreichen, eh' sie wieder anfängt, zur Erde zurückzukehren. Auf den Mond aber würde sie mit derselben anfänglichen Geschwindigkeit durch volle 160 Secunden aufsteigen und eine Höhe von 64000 Fuß erreichen, wenn man den Widerstand der Luft u. dgl. hier außer Acht läßt. Wenn daher im Innern des Monds eben solche Kräfte, elastische Dämpfe u. dgl. wirken, wie in der Erde und wenn die Cohäsionskräfte der Körper dieser beiden Gestirne nahe dieselben sind, so werden diese Kräfte auch dort viel größere Wirkungen hervorbringen, wo die gegenwirkende Kraft der Schwere so viel kleiner ist und jene hohen Gebirge sind vielleicht eine unmittelbare Folge dieser Kräfte.

§. 135. (Zwei Gattungen von Mondsbergen.) Diese Mondsgebirge sind im allgemeinen zweierlei Art, nämlich Ringgebirge und Bergketten. Die Ringgebirge haben meistens die Gestalt von oft sehr regelmäßigen, kreisförmigen, ausgetrockneten Teichen, die rings mit einem hohen Walle umgeben sind, oft viele Quadratmeilen große Flächen einschließen und in der Mitte dieser Fläche

gewöhnlich einen isolirten kegelförmigen Berg haben. Zwei solche Ringgebirge sieht man in der Karte unter den Namen Plato und Eudoxus an der nördlichen oder untern Seite der Karte, denn die Zeichnung stellt den Mond in verkehrter Lage dar, wie er durch ein astronomisches Fernrohr erscheint. — Die Bergketten laufen gewöhnlich von sehr hohen Bergrücken aus, von denen sie sich wie Lichtstrahlen nach allen Seiten oft auf große Weiten ausbreiten. Solche sieht man auf der Karte bei Kepler und Copernicus auf der Ostseite, besonders bei dem letzten, von dem vier große Streifen gegen Norden herab ziehen, nebst mehreren kleineren, die in der Karte nicht verzeichnet werden konnten. Häufig ist der Mittelpunkt oder der Kern dieser Bergketten selbst wieder ein hohes Ringgebirg, doch sieht man auch andere Bergzüge ohne Ringgebirg, wie z. B. das sehr große, welches auf der Westseite von Eratosthenes, Autolykus, Aristipp nud Cassini hinzieht und östlich von Eudox endet.

In manchen Gegenden des Monds findet man wieder eine Menge einzelner Bergkegel verstreut, die sich isolirt und schroff aus der sie umgebenden Ebene erheben. An andern Stellen sieht man wieder Vertiefungen, die nach Art der Flüsse oder der Straßen, bei geringer Breite und Tiefe, oft viele Meilen weit fortlaufen, an mehreren Stellen mit Gruben oder Einsenkungen versehen sind und meistens zwei oder mehrere Ringgebirge zu verbinden scheinen.

Endlich muß man noch die großen, meist grau gefärbten Flecken bemerken, in welchen sich nur geringe Unebenheiteu, oder keine Berge finden und die man mit den Namen der Meere bezeichnet hat, wie das Mare nubium, imbrium, nectaris u. s. w.

§. 136. (Ringgebirge des Monds.) Die Ringgebirge, von denen wir auf unserer Erde nichts ähnliches aufzuweisen haben, sind in sehr großer Anzahl auf dem Monde zu finden und scheinen durchaus vulkanischen Ursprungs zu seyn. Die Revolutionen, durch die sie erzeugt worden sind, müssen von der heftigsten Art gewesen seyn. Der eigentliche Kern des Copernicus ist ein solches Ringgebirge, dessen Inneres ganz das Aussehen eines Kraters hat

und der Krater dieses nun schon vielleicht seit Jahrtausenden erloschenen Vulkans hat sieben Meilen im Durchmesser! Der Krater des Aetna in Sicilien hat nur 4000 Fuß oder $^1/_5$ Meile im Durchmesser. Die Flächen und Thäler, welche diese Ringgebirge einschließen, haben öfter eine Ausdehnung von acht bis neun hundert Quadratmeilen. Die von den Wallgebirgen eingeschlossenen Räume sind als Einsenkungen unter der Kugelfläche des Monds, als leere, trockene Kraterbecken zu betrachten, die weiter keine Aehnlichkeit mit unseren von Bergrücken eingeschlossenen Ländern, wie z. B. Böhmen u. dgl. haben, und deren Tiefe, nach Schröters Messungen, oft bis zu 18000 Fuß geht, die also zuweilen so tief sind, als unser Chimborasso hoch ist. Einen solchen Krater findet man z. B. bei Cleomedes, an der Nordseite des Mare Crisium, nahe an dem westlichen Rande der Karte; er hat $3^1/_2$ Meilen in seinem obersten Durchmesser und über 15000 Fuß Tiefe. Welch' ein Anblick für ein menschliches Auge, in einen Kessel von $3^1/_2$ Meilen im Durchmesser und von der Tiefe unserer höchsten Berge hinab zu schauen.

Die Ringgebirge, welche diese Krater umgeben, haben das Merkwürdige, daß die Masse dieser Berge immer sehr nahe so groß ist, als eben hinreichen würde, den Krater auszufüllen, den sie umgeben. Schröter hat sich Modelle von diesen Gegenständen gemacht und diese Bemerkung immer bestätiget gefunden. Dieser Ring scheint daher dieselbe Masse zu seyn, die den Krater vor seiner Entstehung ausgefüllt hat, zum Zeichen, daß diese Krater, womit die Oberfläche des Mondes gleichsam übersäet ist, nicht durch Einsturz, sondern durch Eruption entstanden sind. Auch scheint daraus zu folgen, daß die durch innere Gährung an die Oberfläche geschleuderte Masse des Mondes zu jener Zeit sich in keinem flüssigen Zustande befunden hat, weil sie nicht, wie die Lava unserer Vulkane, am Rande des Kraters stromartig abgeflossen ist, sondern nur in der Nähe der Oeffnung sich rings um dieselbe wallförmig angelegt hat. Uebrigens zeigt das Innere dieser ungeheuern Höhlungen, mit starken Fernröhren betrachtet, ganz denselben vulkanischen Charakter, wie man ihn bei unserm Vesuv und auf der Karte der Campi Phlegraei von Breislak, oder auf der

Karte des Puy de Dôme von Desmaret sieht, ja in einigen dieser Krater bemerkt man sogar mit sehr guten Fernröhren deutliche Spuren von vulkanischen Stratificationen, die von einander folgenden Auswürfen entstanden sind und sich so schichtenweise über einander gelagert haben.

§. 137. (Streifen des Mondes.) Die bereits erwähnten Streifen, welche diese Ringgebirge, nach Art unserer Straßen zu verbinden scheinen, sind gewiß keine Flüsse, wie man früher wohl geglaubt hat. Denn abgesehen, daß es auf dem Monde an Flüssigkeiten aller Art zu fehlen scheint, bemerkt man auch keine Seitenadern derselben, durch welche sie Zufluß erhalten könnten, wohl oft tiefe Abgründe, durch welche sie ungehindert ziehen, und in welchen man wieder nichts als Unebenheiten, aber nichts unserem, an seiner Oberfläche immer ebenen, Wasser Aehnliches bemerkt. Ja diese Straßen gehen nicht nur über jene Abgründe und Schluchten, sondern oft selbst mitten durch die großen Krater der Vulkane und durchbrechen zuweilen ganze Systeme von Gebirgen, um auf der entgegengesetzten Seite derselben ihren Gang wieder ungestört und in der alten Richtung fortzusetzen. Vielleicht sind sie seit Jahrtausenden ausgetrocknete Flußbette oder Kanäle, durch welche jene Vulkane ehemals in Verbindung standen.

§. 138. (Vulkane auf dem Monde.) Daß wenigstens einige dieser Vulkane des Mondes selbst jetzt noch thätig sind, scheinen die Beobachtungen Schröters und anderer Astronomen zu bestätigen. Halley will Blitze auf dem Monde und Ulloa in Spanien sogar ein Loch durch den ganzen Mond gesehen haben. Bianchini sah ein vorübergehendes Licht im Flecken des Plato, welches er durch Sonnenstrahlen zu erklären sucht, die durch das Loch des Felsens in der Seitenwand des Fleckens eingefallen sind. Der ältere Herschel sah auf dem nicht beleuchteten Theile des Mondes einen helleuchtenden Punkt, den er für das Feuer eines Vulkans zu halten sich veranlaßt fand. Schröter fand i. J. 1788 bei dem Flecken Hevelius (am östlichen Rande der Karte) einen $1^1/_2$ Meilen im Durchmesser haltenden neuen Krater, von dem er fest überzeugt war, daß er im verflossenen Jahre, wo er diese Gegend auf das genaueste untersucht hatte, noch nicht vorhanden

war. In dem Mare Crisium (NW Rand der Karte) fand er einen Berg, den er mehrmals auf das genaueste beobachtet und gezeichnet hatte, und der ihm immer als länglich erschienen war, plötzlich und mit ausnehmender Deutlichkeit vollkommen rund und auf seinem Gipfel mit einem, drei Viertheile einer Meile im Durchmesser haltenden tiefen Krater versehen, von welchem er früher auch nicht die geringste Spur entdecken konnte. Das Merkwürdigste dabei war, daß dieser runde Berg mit seinem Krater nach einem Monate wieder verschwand, um dem alten länglichen Berg ohne Krater seine vorige Stelle einzuräumen.

§. 139. (Wie die Höhe der Mondsberge gemessen wird.) Ehe wir diese sonderbaren Berge des Mondes gänzlich verlassen, wird es den Lesern noch angenehm seyn, zu erfahren, auf welche Weise man die Höhe derselben gemessen hat.

Wenn diese Berge genau an dem Rande der uns sichtbaren Mondsscheibe stehen, so wird man mit dem gewöhnlichen Instrumente, mit welchem die Astronomen überhaupt alle sehr kleinen Distanzen messen, mit den sogenannten Mikrometern auch das Verhältniß ihrer Höhe zu dem Halbmesser des Mondes bestimmen können. Gesetzt, man hätte eine solche Erhöhung, oder auch, bei den Thälern des Mondes, eine solche Vertiefung, einen Einschnitt des Mondsrandes gleich dem hundertsten Theil des Halbmessers desselben gefunden, so weiß man auch sofort, daß die Höhe oder Tiefe desselben $2^3/_{10}$ Meilen beträgt, weil der Halbmesser des Mondes (I. S. 321) 230 Meilen hat. In der That sieht man diesen Rand des Mondes, nicht ganz glatt, sondern an mehreren Stellen wie ausgezackt, was nur von diesen Bergen oder Schluchten kommen kann. Wir werden weiter unten (III. §. 117) sehen, daß der Mond nicht ganz genau immer dieselbe Seite der Erde zuwendet, sondern daß der Rand der uns sichtbaren Scheibe sich öfter um nahe acht Grade, aus dem Mittelpunkte des Mondes gesehen, verschieben kann, daher zuweilen Berge oder Thäler in diesen Rand treten, die früher nicht sichtbar waren. Besonders gut anwendbar wird diese Methode zur Zeit der Sonnenfinsternisse seyn, wo die schwarze Scheibe des Mondes mit ihren Zacken

auf dem hellen Hintergrunde der Sonne sehr gut gesehen und mit aller Schärfe gemessen werden kann.

Ein zweites Mittel, die Höhe dieser Berge zu messen, erstreckt sich auf alle uns sichtbaren Orte des Mondes, nicht bloß auf die Punkte, welche in dem Rande desselben liegen. Wer auch nur einmal den Mond mit einem mäßigen Fernrohre angesehen hat, wird bemerkt haben, daß man nahe an der Lichtgränze, die meistens eben ihrer Berge wegen, sehr ausgezackt und unregelmäßig erscheint, in dem dunkeln Theile des Mondes viele isolirte, hellglänzende Punkte sieht, die gleich den Inseln auf dem Meere oder gleich den Thautropfen auf den von der Sonne beschienenen Blumen hervortreten. Man überzeugt sich bald, daß diese lichten Punkte nichts anders, als Berggipfel sind, die von der aufgehenden Sonne beschienen werden zu einer Zeit, wo der Fuß dieser Berge noch in dem Schatten der Nacht ruht, wie wir dieß auch auf unserer Erde kurz vor dem Aufgange oder bald nach dem Untergange der Sonne bemerken. Man sieht aber leicht, daß diese Berge desto höher seyn werden, je weiter ihre von der Sonne vergoldeten Gipfel von der Lichtgränze entfernt, oder je tiefer sie in der Nachtseite des Mondes versenkt seyn werden, so daß man also aus dieser Entfernung von der Lichtgränze auch wieder rückwärts, auf die Höhe dieser Berge, wird schließen können.

Eine dritte Methode, die Höhe der Mondsberge zu messen, wird uns durch eine andere, noch bekanntere Erfahrung gegeben, die wir auf unserer Erde täglich zu machen Gelegenheit haben. Wer weiß nicht, daß die Schatten unserer Thürme und Berge Mittags, wo die Sonne am höchsten steht, am kürzesten und im Gegentheile beim Auf- oder Untergange der Sonne am längsten sind, und daß diese Schatten vor dem Mittage gegen Westen und nach demselben gegen Osten gerichtet sind. Ganz eben so sehen wir auch die Schatten der Berge des Mondes während der Zeit seines 30tägigen Tages hin und wieder ziehen, beim zunehmenden Mond links und beim abnehmenden rechts fallen und zugleich immer länger werden, je näher ihnen die Lichtgränze kömmt, da diese Gränze alle die Punkte des Mondes enthält, denen die Sonne eben auf- und untergeht. Wir haben aber bereits oben

(I. S. 145) gesehen, wie man auf der Erde aus der bekannten Höhe der Sonne und der Länge des Schattens eines Thurmes die Höhe des letzten finden kann. Ist nämlich in der dort angeführten Fig. 9 AB der Thurm und AC die Länge seines Schattens auf dem horizontalen Boden, so ist die Linie CB, über B hin verlängert, nach der Sonne gerichtet, und der Winkel ACB ist die Höhe der Sonne (Einl. §. 10), die man mit Hülfe eines Quadranten (I. §. 43) leicht messen kann, während man die Länge AC des Schattens auf die gewöhnliche Weise mit einem Maaßstabe bestimmt. Kennt man aber in einem bei A rechtwinkligen Dreiecke ABC eine Seite AC mit ihrem anliegenden Winkel ACB, so findet man daraus leicht (I. §. 62) auch die diesem Winkel gegenüberstehende Seite AB oder die gesuchte Höhe des Thurms. Ganz dasselbe Verfahren wird man nun auch auf die Berge des Mondes anwenden, deren Schattenlänge man mit dem Mikrometer messen kann, und wo die Höhe der Sonne über dem Horizonte des Berges ebenfalls bekannt ist, da sie immer gleich der Entfernung des Berges von der Lichtgränze seyn muß.

§. 140. (Atmosphäre des Mondes.) Der Mond scheint keine, oder auch nur eine äußerst feine Atmosphäre zu haben. Die Lichtgränze desselben ist scharf abgeschnitten und das hellste Licht der einen Seite geht unmittelbar in das tiefste Dunkel der andern über, während unsere Fernröhre doch bei viel entfernteren Himmelskörpern, besonders bei der Venus, eine deutliche Abstufung des Lichtes an dieser Gränze, oder eine Dämmerung zeigen, die dem Aufgange der Sonne vorhergeht oder ihrem Untergange folgt. Dieser gänzliche Mangel der Dämmerung bei dem Monde setzt eine das Licht sehr wenig brechende, also auch wohl sehr wenig dichte Luft voraus. Dasselbe folgt auch aus den Bedeckungen der Fixsterne von dem Monde, die in seiner Nähe nicht schwächer werden und ihr Licht nur allmählig verlieren, sondern die mit ganz ungetrübtem Glanze bis an seinen Rand hintreten und dann urplötzlich hinter demselben verschwinden, zum Zeichen, daß selbst die dem Monde nächsten und dichtesten Schichten seiner Atmosphäre, wenn diese überhaupt existirt, so fein und durchsichtig sind, daß sie mit denen unserer Luft nicht weiter verglichen wer-

den können. Indeß will doch Schröter zuweilen Spuren einer äußerst schwachen Dämmerung, besonders zur Zeit des Neumondes an den sogenannten Hörnerspitzen des Mondes, bemerkt haben. Wo aber keine Atmosphäre ist, läßt sich auch kein Wasser oder eine demselben ähnliche Flüssigkeit annehmen. Wenn der Erde ihre Luft entzogen würde, so würden die Flüsse und Meere derselben in kurzer Zeit verdünsten und die ganze Erde austrocknen. In der That können wir auch auf der Oberfläche des Mondes nichts bemerken, was diesen unseren irdischen Wasserbehältern ähnlich wäre. Schröter behauptet, auf dem ganzen Monde auch nicht eine Stelle von einiger Ausdehnung gesehen zu haben, die auf ihrer Oberfläche ganz eben wäre, wie die des Wassers seyn müßte. Die großen, grauen Stellen des Mondes, die man mit den Namen der Meere belegt hat, sind voll kleiner Erhabenheiten und Vertiefungen und können durchaus nicht mit unsern Seen und Meeren verglichen werden. Indeß behauptet der jüngere Herschel, mit den großen Telescopen seines Vaters mehrere vollkommen ebene Stellen daselbst gefunden zu haben, die er zwar nicht für Wasserflächen hält, die aber doch ganz den Charakter der Alluviation tragen sollen. Es ist in der That nicht wahrscheinlich, daß dieser Himmelskörper immer ohne Atmosphäre gewesen ist. Die großen Revolutionen, die in der Vorzeit auf seiner Oberfläche statt gehabt haben, setzen die Wirkungen des Feuers und diese wieder die Luft voraus, wenigstens eine feine Luft, ohne welche unser Feuer nicht bestehen könnte.

§. 141. (Mangel an Wasser auf dem Monde.) Für diesen Mangel an Flüssigkeit jeder Art spricht auch schon der bloße Anblick des Mondes. Er erscheint uns wie ein trockener Gyps- oder Schwefelguß mit unzähligen Blasen und Höhlungen, mit Bergen und Thälern bedeckt, die von großen und heftigen Erschütterungen zeugen, welche der Mond in der Vorzeit erlitten hat. Schröter ist der Ansicht, daß alle diese Zerstörungen, die man auf der Oberfläche des Mondes bemerkt, durch eine nicht ganz vollführte Eruption oder durch eine bloße Aufschwellung seiner Oberfläche entstanden sind. Das elastische Fluidum in seinem Innern drängte gegen die Oberfläche und verursachte dadurch an einzelnen Stellen jene

Anschwellungen und wo sie stark genug war, auch eine Eruption, wodurch dann die Krater und Wallgebirge entstanden. Es scheint, daß zur Zeit jener Katastrophe der ganze Körper des Mondes nicht mehr eine weiche, sondern mehr schon eine feste Masse gewesen, und daß wenigstens ein Theil dieser aufgeworfenen Masse in eine Art von Schmelzung übergegangen sey. Was dergleichen Schmelzungen oder Verglasungen, wenn man so sagen darf, noch wahrscheinlicher macht, ist die gänzliche Unmöglichkeit, allen den seltsamen Farbenwechsel, der auf dem Monde statt hat, zu erklären, ohne wenigstens hie und da spiegelähnliche Flächen anzunehmen. Immer scheint das ganze mehr vulkanischen, als neptunischen Ursprungs zu seyn, wofür der ganze Anblick des Mondes und selbst die oben erwähnten Kegel in der Mitte der Ringgebirge sprechen, da sie wohl nichts anders sind, als neue Versuche jener innern elastischen Kraft, noch mehr Masse auszuwerfen, wie man denn diese Kegel selbst in den großen Kratern, ganz so wie bei unseren Vulkanen, findet. Es ist möglich, es ist sogar sehr wahrscheinlich, daß dieser Himmelskörper, dem es jetzt an Luft und Wasser fehlt, seit jener großen Revolution nur mehr ein trockenes, nacktes Felsengerippe ist, auf welchem vielleicht weder Vegetation, noch Leben, noch irgend eine Bewegung, sondern nur ewige Ruhe und Grabesstille herrscht, und daß daher der Mond entweder sich selbst überlebt hat und nun als unbrauchbarer Schlacken aus der Reihe bewohnbarer Welten herausgetreten ist, oder daß er in einer Art von Verpuppung seinem neuen, bessern Leben, seiner Auferstehung entgegen schlummert.

§. 142. (Bewohner des Mondes.) Demungeachtet hat es, nicht bloß unsern Dichtern, sondern auch mehreren Astronomen gefallen, diese Wüste mit Bewohnern, ja sogar mit menschenähnlichen Bewohnern zu bevölkern. Jenen wird man diese poetische Licenz nicht verargen dürfen, da dieser Himmelskörper der Vertraute, um nicht zu sagen, der Freund von uns allen in jener, wohl den meisten meiner Leser schon entschwundenen Rosenzeit der Jugend gewesen ist, in welcher die lebhaftere Einbildungskraft sich so leicht und gern in die höheren Regionen schwingt, und da er

selbst den Gefühllosesten, wenn er sein Auge einmal zu dem gestirnten Himmel erhebt, durch die wunderbare Abwechslung seiner Gestalt und durch sein helles Licht an sich zieht, das nicht nur die Fixsterne, sondern selbst das Licht Jupiters und der Venus verdunkelt:

— — Hesperus, that led
The starry host, rode brightest: till the Moon
Rising in clouded majesty, at length
Apparent queen, unveiled her peerless form,
And o'ver the dark her silver mantle threw.

Milton.

Mögen nun die Astronomen selbst zusehen, wie sie sich entschuldigen können, wenn sie, gegen ihre Gewohnheit, das Reich der Wahrheit verlassend, in das Gebiet der Phantasie hinüber treten und uns von den Leuten im Monde, an deren Existenz sie wahrscheinlich selbst nicht glauben, so viele und so sonderbare Dinge vorerzählen, daß ich beinahe Anstand nehmen muß, sie ihnen wieder nachzusagen.

Daß diese Leute, wenn sie überhaupt noch da sind, von uns selbst und allen, was wir auf unserer Erde sehen, nicht wenig verschieden seyn mögen, wird wohl Niemand bezweifeln wollen, der sich aus dem Vorhergehenden auch nur daran erinnerte, daß der Mond keine, wenigstens keine mit der unserer vergleichbaren Atmosphäre hat, und also auch kein Wasser haben kann, da das letzte, ohne jene, in kurzer Zeit verdünsten und nur mehr in luftförmiger Gestalt existiren würde. Dieser Mangel an Luft und Wasser, diese allgemeine Dürre, verbunden mit der Abwesenheit aller eigentlichen Jahreszeiten auf dem Monde, muß auf das animalische und vegetabilische Leben auf der Oberfläche dieses Weltkörpers einen großen und so wesentlichen Einfluß äußern, daß es uns schwer fallen mag, die Folgen eines solchen Zustandes auch nur in seinen größeren Zügen einigermaßen getreu darzustellen. Vielleicht leben die Geschöpfe des Mondes, wie bei uns die Fische, nur in den tiefsten Theilen der Oberfläche desselben, nur auf dem Boden der vielen Höhlen und Abgründe, wo die sonst so

dünne Luft, durch den Druck der oberen Schichten verdichtet, für ihre Lungen noch athembar ist, und wo sie, wie bei uns die Bewohner des Innern der Erde, das Licht der Sonne scheuend, wie unsere Maulwürfe und Regenwürmer wohnen, oder gleich den Austern in ganzen Bänken gelagert, ihre Tage in unthätiger Trägheit verleben. Wer weiß, ob nicht die Mondbewohner, der drückenden, volle vierzehn unserer Tage dauernden Sonnenhitze zu entgehen, sich in jene Höhlen flüchten, aus welchen sie nur für die Zeit ihrer eben so langen Nächte sich herauswagen? Oder haben sie sich vielleicht eben in diesen Tiefen, wie unsere alten Ritter auf den Bergspitzen, ihre Burgen und Städte erbaut? Ist doch, wie man sagt, unser eigenes unterirdisches Rom größer, als das über der Erde erbaute. Man dürfte diese überirdische Stadt nur wegnehmen und den Boden unter ihr aufbrechen, wie man es mit Pompeji und Herculanum gemacht hat, um sofort auch auf unserer Erde eine solche Mondstadt zu erhalten. Warum sollten wir nicht annehmen dürfen, daß die Leute im Monde, wenn sie schon einmal da seyn sollen, auch zugleich so klein und eben so thätig und betriebsam wie unsere Ameisen sind, und daß ihrer daher auf dem Boden einer solchen Höhle nicht weniger in sehr bequemen und geräumigen Häusern beisammen wohnen, als bei uns in Paris oder London zu finden seyn mögen. Sind nicht vielleicht die straßenartigen Gänge und Streifen, von welchen wir oben gesprochen haben, und welche jene ausgebrannten Krater, jene unterirdischen Städte mit einander verbinden, wahre Straßen oder wahre Kanäle, durch welche alle diese Städte in gegenseitige Communication gesetzt werden? Weil wir nur auf der Oberfläche unserer Erde leben, sollen darum die Bewohner anderer Weltkörper zu derselben Lebensweise gezwungen seyn? Bei der Liebe zur Abwechslung und selbst zu den auffallendsten Verschiedenheiten, die wir in der Natur schon auf unserem eigenen Wohnorte bemerken, sollte da der entgegengesetzte Schluß nicht auch zugleich der angemessenste, der wahrscheinlichste seyn?

Auch mag es mit der großen Trockenheit, die auf dem Monde herrscht, vielleicht lange nicht so arg seyn, als man auf den ersten Blick glauben sollte. Wegen des Mangels an Luft mag wohl die

Kälte, besonders zu ihrer langen Nachtzeit, wie auf den Gipfeln unserer hohen Berge, sehr groß seyn, nicht minder groß, als die darauf folgende Hitze, wenn endlich nach vierzehn unserer Tage die Sonne über ihm aufgeht und eben so lange über ihrem Horizonte verweilt. Aber diese langen Tage und Nächte erzeugen auch vielleicht durch eine Art von Destillation im halbleeren Raume eine stete Wanderung aller Feuchtigkeit, die von der durch die Sonne erwärmten Hemisphäre nach der dunkeln Seite des Mondes abfließt. Die Folge einer solchen Einrichtung würde eine absolute Trockenheit auf der Sonnenseite und ein immerwährendes Hinströmen der Feuchtigkeit auf die Nachtseite des Mondes seyn, so daß, was wir Regen und Thau nennen, dort regelmäßig alle vier Wochen die Runde um die ganze Kugel macht, und daß selbst die ebenfalls um den Mond wandernde Lichtgränze einem Flusse zu vergleichen ist, der gleich einem beweglichen Reifen die ganze Kugel umspannt und in jedem Monate abwechselnd jeden Theil der Oberfläche mit Wasser versorgt und zur Vegetation vorbereitet, wie es der Nil bei uns nur in jedem Jahre einmal thut. Bei einer solchen Einrichtung wäre es selbst sehr möglich, daß eine immerwährende Evaporation auf der einen und eine stetige Condensation auf der andern Seite des Mondes eine Art von Gleichgewicht in dem Zustande der Temperatur sowohl, als auch in dem der Feuchtigkeit und Trockenheit hervorbringt, der die Extreme derselben mäßiget und auf die Bewohner jenes Weltkörpers sehr wohlthätig einwirkt.

Wir haben bereits oben gesagt, daß den Seleniten unsere Erde in der Oberfläche dreizehnmal größer, als uns der Mond, erscheint und daß sie ihnen dieselben Abwechslungen der Lichtgestalten zeigt, die wir bei dem Monde bemerken. So auffallend diese Erscheinungen bei einem so großen Weltkörper an sich seyn mögen, so sehr werden sie auch ohne Zweifel schon daran gewohnt seyn, und es wird auch dort nicht an Leuten fehlen, die sich um alles das, was über ihnen am Himmel vorgeht, nicht weiter bekümmern. Aber dafür werden eben dieselben und aus eben derselben Ursache, wie bei uns, desto mehr betroffen und erschrocken seyn, wenn nun der gewöhnliche Lauf dieser Erscheinungen

plötzlich unterbrochen wird und jener große Himmelskörper sich mitten am Tage zwischen sie und die Sonne stellt und alles um sie her in die Finsterniß der Nacht einhüllt. Ohne Zweifel sind diese Erscheinungen auch auf dem Monde, für den großen Haufen wenigstens, ein Gegenstand der Furcht und des Entsetzens, wie sie es so lange Zeit auf der Erde waren *). Auch sie werden

---

*) In Ostindien ist der Glaube noch heut zu Tage sehr verbreitet, daß bei einer Mondsfinsterniß ein böser Geist seine rabenschwarzen Fittige über den Mond ausbreite, um ihn vom Himmel herabzuziehen, daher die Indier den Flüssen zueilen und sich bis an den Kopf ins Wasser stecken, um sich dadurch vor den Angriffen des bösen Geistes zu schützen. Noch sinnreicher stellen sich die Bewohner der Westküste von Afrika vor, daß die Finsternisse von einer großen schwarzen Katze verursacht werden, die ihre Pfoten auf die Sonne oder den Mond legt. Die Talapoinen oder Mönche in Siam geben vor, daß die europäischen Astronomen nur deßhalb die Zeit, die Dauer und Größe der Finsternisse so scharf vorhersagen können, weil sie den Appetit eines großen Drachen genau kennen, der zur Zeit einer Finsterniß die Sonne oder den Mond verschlingen will. Die sonst so gebildeten Griechen glaubten lange Zeit, daß der Mond zur Zeit der Finsternisse von boshaften Magiern bezaubert werde, die ihn durch ihre Künste vom Himmel herab ziehen und dann mit seinem Schaume die Kräuter vergiften und die Thiere tödten. Wir mögen uns immerhin in Acht nehmen, über diese Völker zu laut zu lachen, da unsere eigenen Väter vor noch nicht gar langer Zeit es nicht viel besser machten. Manche meiner Leser haben vielleicht einige von den vielen Schriften gelesen, die zur Zeit der totalen Sonnenfinsterniß des 12. Mai 1706 in allen Theilen unseres auch damals schon sehr schreibsüchtigen Deutschlands erschienen sind. Diese Finsterniß war in der That eine der größten, die seit langer Zeit in Europa erschienen waren. Der Schatten des Mondes zog beinahe über diesen ganzen Welttheil hin, und diejenigen Gegenden, welche die Finsterniß total sahen, hatten mitten am Tage eine stockfinstere Nacht von beinahe fünf Minuten. Während dieser Zeit konnte man weder lesen noch arbeiten und kaum erkannte man sich neben einander. Die Nachtvögel kamen aus ihren Klüften und die Thiere des Feldes suchten ihre Nachtlager auf. Man konnte neben der verfinsterten Sonne die Planeten Merkur, Venus, Jupiter und Saturn und selbst alle größeren Fixsterne deutlich sehen. Dafür war aber auch diese Finsterniß der Gegenstand des Gespräches, selbst in den sogenannten aufgeklärten Zirkeln und die Gelehrten auf unseren Universitäten lieferten tiefsinnige Betrachtungen über die

sich ohne Zweifel in ihre Höhlen und Klüfte flüchten und unsere Erde über sich entrüstet oder uns für bezaubert halten, und was dergleichen Thorheiten mehr seyn mögen, in welchen wir ihnen mit unserm Beispiele vorausgegangen sind. Denn welches Recht sollten sie haben, gescheuter zu seyn, als wir? Ist der Mond nicht der Satellit, der Diener und Fackelträger der Erde? Und da diese große Erde in allen ihren Theilen der Thorheiten so voll ist, warum sollte der kleine Mond eine Ausnahme von dieser, wie es scheint, allgemeinen Regel machen? Sie sollten uns in Furcht setzen können und wir sie nicht? Es hat große Völkerschaften bei uns gegeben und es gibt ihrer wohl noch, die den kleinen Mond als eine Gottheit angebetet haben, warum sollten dasselbe nicht auch die Völker im Monde mit der viel größern Erde thun können, und warum sollten überhaupt wir allein im ganzen großen Weltalle die einzigen Thoren seyn dürfen?

Aber so sehr sie uns auch in diesem Stücke gleichen mögen, in vielen anderen sind sie gewiß wieder eben so sehr von uns verschieden, und wir würden uns gewiß nicht wenig über ihre Gestalt und über ihr ganzes Wesen verwundern, wenn wir einmal Gelegenheit haben sollten, zu ihnen heraufzukommen, nicht weniger ohne Zweifel, als sie selbst sich über uns verwundern würden, wenn sie uns einmal näher zu Gesichte bekommen sollten. Gewiß können sie sich eben so wenig vorstellen, wie es hier unten zugeht, als wir selbst uns einen Begriff von ihrem Treiben dort oben machen können. Wie sollte es ihnen nur einfallen, daß es auf der großen, lichten Scheibe, die über ihnen am Himmel schwebt, eine so seltsame Gattung von Geschöpfen gebe, die man das menschliche

---

giftigen Nebel, die bei dieser und überhaupt bei jeder Finsterniß auf die Erde fallen, daher man die Brunnen sorgsam zudecken und das Vieh in ihre Ställe treiben soll, und was dergleichen Dinge mehr seyn mochten, die man in Kindermann's Reisen in die eröffneten Himmelskugeln 1779 nachsehen kann, welches Werk damals in Jedermanns Händen war und mit einer Art von Heißhunger gelesen wurde, obschon es auch gescheutere Leute gab, die ihre Mitbürger eines Bessern belehren wollten, die aber nicht gehört, wohl gar als Freigeister verschrieen wurden.

Geschlecht und das sich selbst, ohne Zweifel aus zu großer Bescheidenheit, das Meisterstück der Schöpfung und Gottes wahres Ebenbild zu nennen pflegt; ein Geschlecht, das so thörichte Leidenschaften hegt und dabei so weise Betrachtungen anstellt; das so kurzdauernd ist und doch so weitaussehende Plane anspinnt; das so viel Kenntnisse von den unnützesten Dingen hat und doch die allernothwendigsten nicht weiß; das so viel Freiheitsdrang neben den knechtischsten Gesinnungen und so viel Verlangen nach Glückseligkeit hat und doch keine Kraft besitzt, sie zu genießen.

Uebrigens, was geht das sie an. Gewiß nicht mehr, als sie uns selbst angehen mögen. Genug, wenn jeder von uns mit sich und seiner nächsten Umgebung zufrieden ist. Warum sollten wir uns auch um sie, die so weit von uns entfernt sind, bekümmern, wir, die wir nicht einmal unsere nächsten Nachbarn kennen, die dasselbe Haus mit uns bewohnen? In der That, wir befinden uns mit diesen Nachbarn schon so lange Zeit auf einem gemeinschaftlichen Schiffe und haben sie noch nicht einmal gesehen. Wir bewohnen, wie wir wenigstens glauben, das Vordertheil dieses Schiffes, während die Leute von Lappland oder die von Neuholland den Hintertheil des Fahrzeuges einnehmen, und so neugierig auch beide seyn und so gern sie sonst vor fremden Thüren kehren mögen, so weiß doch einer nichts von dem anderen, und findet es auch kaum der Mühe werth, darnach zu fragen, während sie doch alle gern wissen möchten, was dort oben im Monde, in einem anderen Schiffe vorgeht, das so weit von uns auf dem großen Ocean der Welten herumsegelt *).

---

*) Da wir, wie wir aus dem Vorhergehenden wissen, keine Hoffnung haben, je eine Reise in den Mond zu machen, so bleibt uns, mit den Bewohnern desselben Bekanntschaft zu machen, kein anderes Mittel übrig, als eine Art von Correspondenz zwischen diesen beiden Schiffen zu etabliren. Aber auf welche Art? — An Posten und Paketboote ist nicht zu denken. Aber vielleicht an Telegraphen? — Sie müßten etwas groß seyn, um in der Entfernung von 50000 Meilen noch gesehen zu werden. Allein diese Schwierigkeit ließe sich vielleicht, wenn man weder Mühe noch Kosten scheut, noch beseitigen. Die größere und schwerer zu besiegende, würde die Wahl der Zeichen

Daß es auf diesem Schiffe ganz anders hergeht, als auf dem unseren, daraus folgt noch nicht, daß jene Reisenden weniger glücklich und zufrieden sind, als wir selbst, da auch sie wahrscheinlich

---

und der Sprache seyn, die man für diese telegraphische Correspondenz bestimmen soll. So viel auch Sprachen auf unserer Erde angetroffen werden, so sind sie doch alle auf dem Monde unbekannt, und es ist sehr möglich, daß die Leute dort gar keine eigentliche Sprache haben und sich auf ganz andere Art unter einander verständlich machen. Und die Zeichen? — Diese sind allerdings willkührlich, aber dafür muß auch eine vorläufige Verabredung vorausgegangen seyn, wenn man anders sich gegenseitig verstehen will. Wie soll man aber diese Verabredung treffen, da uns auch dazu alle Mittel fehlen? — In dieser Verlegenheit hat einer unserer ausgezeichnetsten Geometer einen Vorschlag gemacht, der manchem auf den ersten Blick sehr sonderbar, der aber, genauer besehen, doch als der einzig mögliche erscheinen wird, und der, der Sonderheit der Sache wegen, hier eine kurze Erwähnung verdient, wenn gleich Niemand, und am wenigsten der Erfinder des Vorschlags selbst, an eine Ausführung desselben denkt.

Er ging von der Voraussetzung aus, daß die Leute im Monde, wie sie auch übrigens beschaffen seyn mögen, mit Verstand begabte Wesen sind. Wer dieß nicht annehmen will, muß es auch überflüssig und selbst thöricht finden, mit diesen Geschöpfen eine Correspondenz irgend einer Art zu etabliren. Wenn sie also, schloß er weiter, in der That verständige Wesen sind, so werden sie, da der Verstand überall derselbe seyn muß, die eigentliche Verstandes-Wissenschaft, d. h. die Mathematik treiben. Wenn sie sich aber mit Mathematik beschäftigen, so können ihnen, da sie schon so lange zur Schule gehen, wenigstens die ersten Hauptsätze der Geometrie nicht unbekannt seyn. Wenn man ihnen daher eine der sprechendsten Figuren der Elementargeometrie, z. B. die bekannte des sogenannten Quadrats der Hypotenuse, im großen Maaßstabe, etwa auf einer weiten Ebene der Erde verzeichnet, vorlegte, so daß sie dieselben erkennen könnten, so würden sie wahrscheinlich dadurch aufmerksam gemacht werden und uns vielleicht mit der Zeit durch eine ähnliche Figur, die sie auf der Mondsfläche ausführen, eine Antwort und ein Zeichen geben können, daß sie uns verstanden haben. Dadurch würden wir also wenigstens die Ueberzeugung erhalten haben, daß es dort oben Wesen gibt, die mit Verstand begabt sind und mit denen zu correspondiren es der Mühe werth ist. Sonach wäre der erste Schritt zu einer näheren Bekanntschaft mit den Mondsbürgern gemacht und die andern — werden folgen, wenn erst dieser ins Reine gebracht seyn wird.

wieder ganz andere Wesen sind, als die, welche wir hier unten kennen gelernt haben. Die Natur wird Mittel genug haben, sie für das, was wir Entbehrungen nennen, reichlich zu entschädigen. Ihre Fluren werden vielleicht durch keinen Regen erquickt, aber auch durch keinen Hagel zerschlagen. Sie kennen die Morgen- und Abendröthe nicht, aber sie wissen auch nichts von Wolken und Platzregen, der ihre Felder überschwemmt, nichts von Orkanen, die ihre Wohnungen zerstören. Wenn sie keinen Regenbogen sehen, so sehen sie auch die verheerenden Blitze nicht, noch weckt sie das Brüllen des Donners aus ihrem Schlafe, in welchem sie still und friedlich ihre Tage verträumen, während wir die unseren in stetem Kampfe mit uns selbst und unseren Umgebungen zubringen, und während unseren Freuden nur zu oft Schmerz und Reue folgt, sind ihnen vielleicht beide völlig unbekannt. Wenn wir, die wir mit einem vielleicht sehr übel angebrachten Stolze zuweilen auf unsern sogenannten Diener und auf die Bewohner desselben herabsehen, wenn wir, wenn die Besten von uns ihr Glück in einem thatenreichen, mit Ehre und Schätzen bedeckten Leben suchen und es nicht finden — so kümmern sie, in ihrer ewigen Ruhe, sich nichts um das Schattenbild des Ruhmes und genießen dafür ein wohl weniger glänzendes, aber dafür auch ein desto reineres und stetigeres Glück und haben keine Ursache, uns um unser Drängen und Treiben zu beneiden. Wenn sie die Buchdruckerkunst noch nicht erfunden haben sollten, so kennen sie dafür auch die vielen schlechten Bücher nicht, mit welchen wir geplagt sind, so ist ihnen auch alle die Mühseligkeit und Verkehrtheit unbekannt geblieben, die in dem Gefolge jener Erfindung über uns kam und wenn sie dadurch in ihren Schulen und Universitäten etwas zurückgeblieben seyn und, wie man sagt, das Pulver noch nicht erfunden haben sollten, so ist ihnen dafür auch unsere höhere Tactik unbekannt geblieben, durch die wir, ohne zu wissen warum, unsere Brüder zu Tausenden in einer Stunde morden, blühende Städte in Aschenhaufen und glückliche Länder in Wüsten und Leichenfelder verwandeln. Und in der That, wenn wir uns schon einmal diesen Gegensätzen überlassen wollen, wer könnte es uns verargen, wenn wir die schon längst von der Erde aus Pandora's Urne entflohenen

Güter dort aufſuchen möchten: den ewigen Frieden, nach dem wir ſchon ſo lange vergebens ſeufzen, das goldene Zeitalter, das nur mehr in unſeren Gedichten lebt, und die Unſchuld der Sitten, die, nach Arioſto's lieblicher Dichtung, ſammt dem verlornen geſunden Menſchenverſtande unſerer großen Gelehrten und Helden, dort unter der Aufſicht eines eigenen Genius in beſonderen Phiolen aufbewahrt werden ſollen.

Kapitel X.

Die Monde der drei äußersten Planeten.

§. 143. (Die vier Monde Jupiters.) Der Planet Jupiter ist, wie bereits oben (I. S. 180 und 336) gesagt wurde, von vier Monden umgeben. Da die Neigungen ihrer Bahnen gegen die ihres Hauptplaneten sämmtlich zwischen zwei und drei Graden enthalten sind, so erscheinen sie uns immer sehr nahe in einer geraden Linie aufgestellt, deren Richtung durch den Mittelpunkt Jupiters geht. Schon mittelmäßige Fernröhre sind hinreichend, sie zu erkennen.

Die mittleren Entfernungen und Umlaufszeiten, so wie die Größen dieser vier Monde, sind bereits oben (I. S. 336) angegeben worden. Aus den dort mitgetheilten Angaben folgt, daß ihre Durchmesser, von dem, dem Planeten nächsten anzufangen, $\frac{1}{34}$, $\frac{1}{42}$, $\frac{1}{24}$ und $\frac{1}{34}$ des Durchmessers von Jupiter sind, daß also der zweite der kleinste und der dritte der größte ist. In Beziehung auf diese ihre Durchmesser ist der erste und vierte nahe doppelt so groß, als der Mond der Erde, der dritte hat einen nahe fünfmal größeren Durchmesser als unser Mond und der zweite endlich ist ihm beinahe gleich.

§. 144. (Wie sie von Jupiter gesehen erscheinen und umgekehrt.) Von der Oberfläche Jupiters gesehen erscheinen sie, in derselben

Ordnung, unter dem scheinbaren Durchmesser von 33, 17, 19 und 7 Minuten; von der Erde aber beträgt keiner dieser Durchmesser noch zwei Secunden.

Dafür erscheint Jupiter selbst auf diesen Monden von einer gewaltigen und imposanten Größe. Die Bewohner des nächsten Mondes sehen ihren Hauptplaneten unter einem Durchmesser von $19^3/_4$ Graden, also 37 mal größer, als uns der Durchmesser der Sonne, oder in der Oberfläche 1370 mal größer, als uns die Oberfläche der Sonne erscheint. Für diesen Satelliten kann daher sein Hauptplanet das ganze große Sternbild des Orion bedecken, und wenn er an dem Horizonte des Mondes auf- oder untergeht, so nimmt er den achtzehnten Theil desselben ein. Auf dem zweiten Satelliten erscheint Jupiter, in Beziehung auf seine Oberfläche 620, auf dem dritten 240 und auf dem vierten endlich 78 mal größer, als uns die Oberfläche der Sonne.

Der Durchmesser der Sonne selbst aber erscheint den Bewohnern Jupiters und seiner Satelliten nur mehr unter dem kleinen Winkel von sechs Minuten, so daß der Abstand in der Größe, wie den Bewohnern der Satelliten die Sonne und ihr Hauptplanet erscheint, noch viel auffallender ist. In der That sehen die Bewohner des ersten oder nächsten Mondes die Oberfläche Jupiters 37000, die des zweiten 14600, des dritten 5800 und endlich die des vierten 1800 mal größer, als sie die Sonne sehen, von welcher sie im Mittel um 108 Millionen Meilen entfernt sind.

§. 145. (Vorübergänge dieser Satelliten vor der Scheibe Jupiters.) Es wurde bereits (I. S. 337) bemerkt, daß man diese Monde mit guten Fernröhren zuweilen auf der Scheibe Jupiters selbst bemerkt, wenn sie nämlich zwischen ihm und der Erde durchgehen. Sie erscheinen dann als kleine, runde Flecken, die sich durch ihre dunklere Farbe auf dem beleuchteten Hintergrunde Jupiters auszeichnen. Oefters schon hat man in diesen Flecken einen kleinen helleren oder grauen gesehen, der mit dem Monde selbst dieselbe Geschwindigkeit und Richtung der Bewegung hat und daher ein dunkler Flecken dieses Mondes ist. Bei dem vierten Satelliten hat man überdieß eine periodische Aenderung seines

Lichtes bemerkt, indem er immer am stärksten glänzt, wenn er weiter als Jupiter von der Erde entfernt ist, und am schwächsten, wenn er für uns diesseits seines Hauptplaneten steht, so daß er uns dort seine hellere, hier aber seine dunklere Seite zuzuwenden scheint. Man hat daraus den Schluß gezogen, daß auch diese Monde, so wie der der Erde, in derselben Zeit sich um ihren Hauptplaneten bewegen, in welcher sie sich um ihre Axe drehen. Spätere Beobachtungen haben dieß bei diesen vier Monden sowohl, als auch selbst bei einigen Monden Saturns vollkommen bestätiget. (Vergl. I. S. 340). Diese Gleichheit der Revolution und Rotation soll schon Hartsöker i. J. 1706 gemuthmaßt haben, und wenn er gleich die Gründe davon nicht angeben konnte, so war es doch gut, uns durch die Bekanntmachung seiner Meinung auf die Sache aufmerksam gemacht zu haben. Es ist allerdings viel leichter zu muthmaßen, als zu beweisen oder zu erfinden, und wir haben, besonders in der Astronomie, Beispiele genug, die dieß bestätigen. Aber auch jene ersten Muthmaßungen haben oft ihren hohen Werth, und es ist nicht Jedermanns Sache, mit Glück solche aufzustellen, die oft erst spät nachher durch unmittelbare Beobachtungen wahr befunden werden, und die oft selbst den Beobachter auf den richtigen Weg geleitet und die eigentliche Erfindung vorbereitet haben. Man sollte es daher Niemand, der sich dazu aufgelegt fühlt, verargen, Muthmaßungen, selbst gewagte, aufzustellen, und mit Hypothesen zu experimentiren, da diese Spiele, denn mehr sind sie gewöhnlich anfangs nicht, unschuldige Operationen sind, die später sehr nützlich werden können, wenn sie in die rechten Hände fallen, obschon sie übrigens, man muß es gestehen, auch schon Unheil genug angerichtet haben. Diese Dinge lassen sich mit dem Feuer vergleichen, von dem man zu sagen pflegt, es sey ein vortrefflicher Diener, aber ein sehr gefährlicher Herr.

Da übrigens dieser periodische Lichtwechsel und jene dunklen Flecken auf der Oberfläche des Satelliten nicht bei jedem Umlaufe desselben um seinen Hauptplaneten sichtbar sind, so scheinen auf dieser Oberfläche öfter bedeutende Umwälzungen vor sich zu gehen, da sie selbst in der großen Entfernung dieser Himmelskörper von

uns noch sichtbar seyn können. Wahrscheinlich sind daher diese Monde, so wie ihr Hauptplanet selbst mit sehr dichten Atmosphären umgeben, in welchen große Revolutionen statt haben.

§. 146. (Verfinsterungen dieser Monde.) Eben so ist bereits früher (I. S. 338) bemerkt worden, daß die Verfinsterungen der Satelliten Jupiters uns ein sehr bequemes Mittel gewähren, die geographische Länge der Beobachtungsorte zu bestimmen, das besonders auf der See sehr gut angewendet werden konnte, da diese Finsternisse so oft wiederkehren und viel häufiger, als bei unserm Monde, vorfallen. In den neueren Zeiten, wo die Theorie und die Tafeln unseres eigenen Mondes zu einer so großen Vollkommenheit gebracht worden sind, bedient man sich zu diesem für die Seefahrt so wichtigen Zwecke vorzugsweise der beobachteten Distanzen des Mondes von den übrigen Gestirnen, allein zur Zeit der Entdeckung jener Satelliten, im Anfange des siebenzehnten Jahrhunderts, hatte man kein anderes Mittel, die geographische Länge zweier sehr von einander entfernten Orte zu bestimmen, als eben die Finsternisse dieser Satelliten, da die Finsternisse unseres Mondes (I. §. 174. 175) zu selten vorfallen, um auf der See von großem Nutzen zu seyn.

Sey S die Sonne (Fig. 14), I Jupiter, ABC die Bahn der Erde und abcd die Bahn eines Satelliten dieses Planeten, wo sich die Erde und der Satellit von West nach Ost oder in der Richtung ABC und abc bewegen. Wenn der Satellit in der Gegend ab seiner Bahn, oder in der Nähe des Schattenkegels cNd ist, den Jupiter, von der Sonne S beschienen, hinter sich wirft, so verschwindet er unseren Blicken, sobald er in diesen Schatten tritt, und verursacht dadurch für die Bewohner des Hauptplaneten eine Mondesfinsterniß. Wenn aber der Satellit in der Gegend cd seiner Bahn, zwischen der Sonne und seinem Hauptplaneten steht, so wirft er seinen eigenen Schatten auf den letzten und erzeugt dadurch eine Sonnenfinsterniß. (Vergl. I. S. 337.) Man sieht daraus, daß die Finsternisse dieser Satelliten im Allgemeinen ganz analog mit denen unseres Mondes (I. S. 333) sind, obschon sie sich auch wieder in einigen Nebenumständen wesentlich von ihnen unterscheiden. Wegen der viel größeren

Entfernung Jupiters von der Sonne ist nämlich der Schattenkegel, den dieser Planet hinter sich wirft, viel länger, und wegen der ungemeinen Größe Jupiters ist sein Schatten auch viel breiter, als der der Erde. Diese Satelliten selbst sind überdieß gegen ihren Hauptplaneten viel kleiner, als der Mond gegen die Erde, ihre Bahnen sind viel weniger gegen die Ecliptik geneigt und auch verhältnißmäßig bedeutend kleiner, als die Bahn unseres Mondes. Aus diesen Gründen gehen die drei ersten oder nächsten Satelliten Jupiters, so oft sie bei ab mit der Sonne in Opposition sind, immer durch den Schatten des Planeten, oder sie werden bei jedem Neumonde verfinstert und selbst der vierte muß, wenn er ja zuweilen diesem Schatten oben oder unten vorbeigeht, den Rand desselben meistens streifen. Aber der vorzüglichste Unterschied zwischen den Finsternissen dieser Satelliten und unseres Mondes besteht darin, daß wir jene nicht, wie diese, aus dem Mittelpunkte der Bewegung dieser Satelliten, sondern von irgend einem Punkte A, B, C der Erdbahn sehen, der nicht in der Richtung der geraden Linie liegt, welche die Sonne, den Planeten und den Satelliten mit einander verbindet, so daß also die Schattenaxe IN zu verschiedenen Zeiten auch eine verschiedene Lage gegen die Gesichtslinie haben wird, die von der Erde nach Jupiter geht. Dieser Umstand macht zwar keinen Unterschied in der absoluten Zeit, wann diese Mondesfinsternisse bei ab anfangen und enden, denn da sie wahre Beraubungen des nur geborgten Lichtes der Satelliten sind, so müssen dieselben aus allen Orten in demselben Augenblicke gesehen werden, aber er hat dafür einen desto größeren Einfluß auf die Sichtbarkeit dieser Finsternisse, wie wir sogleich näher sehen werden.

Der Satellit wird in dem Augenblicke verfinstert, wo er in dem Punkte a in den Schattenkegel Jupiters tritt, aber nicht plötzlich, da der Satellit zuerst in den Halbschatten tritt und doch immer einen beträchtlichen Durchmesser hat und daher nur nach und nach in den Schatten treten oder allmählig sich unsern Blicken entziehen kann. Diese Zeit der völligen Extinction seines Lichtes wird so groß seyn, als diejenige Zeit, die der Satellit braucht, in seiner Bahn einen Bogen, so groß als sein eigener Durchmesser, zu beschreiben, oder eigentlich

noch etwas größer, wegen des Halbschattens, der durch die zwei geraden Linien begränzt wird, welche die Sonne an ihrem oberen und Jupiter an dem entgegengesetzten, untern Rande berühren. Dasselbe wird auch am Ende der Finsterniß statt haben, wenn der Mond bei b wieder die zweite Grenze des Schattens verläßt. Es wird also auch sehr schwer seyn, den eigentlichen Anfang der Verfinsterung des Satelliten, so wie das völlige Ende desselben genau anzugeben, und man sieht, daß die Güte des Auges und des Fernrohrs, und die Reinheit der Atmosphäre während der Beobachtung einen großen Einfluß auf dieselbe äußern kann. Diesen ungünstigen Umstand so viel als möglich zu vermeiden, wird man sich daher, wo es seyn kann, nie mit der Beobachtung des bloßen Anfanges oder auch des Endes einer solchen Finsterniß begnügen, sondern man wird, mit demselben Fernrohre, beide Momente beobachten und aus ihnen das Mittel nehmen, wo man dann die Zeit desjenigen Augenblicks erhält, wo der Satellit in der Schattenaxe IN oder in Opposition mit der Sonne gewesen ist. Nur solche vollständige Beobachtungen einer Finsterniß, wenn sie an mehreren Orten angestellt wurden, wird man mit Sicherheit zur Bestimmung der geographischen Länge dieser Orte (nach I. S. 338), so wie auch zur Verbesserung der Theorie der Bewegungen dieser Himmelskörper anwenden.

Der bloße Anblick der Zeichnung lehrt schon, daß diese Finsternisse alle auf der Westseite von Jupiter statt haben, wenn die Erde selbst westlich von der Schattenaxe SIN liegt, d. h. in der Zeit, die der Opposition Jupiters vorhergeht; diese letzte aber hat statt, wenn die Erde in C, oder wenn sie selbst in der Schattenaxe liegt. Je näher die Erde diesem Punkte C der Opposition kömmt, desto näher kömmt auch die Gesichtslinie Aa, Ba.. zu ihrer Coincidenz mit der Schattenaxe IN, desto weniger sind beide Linien Aa und IN gegen einander geneigt und desto näher an dem westlichen Rande Jupiters werden auch die Eintritte der Satelliten sich ereignen. Wenn die Erde in den Punkt B kömmt, wo die Linie Bb, die man von der Erde nach dem Satelliten zur Zeit seines Austritts aus dem Schatten zieht, den Planeten an seinem westlichen Rande berührt, so haben diese Austritte,

wie sie von der Erde gesehen werden, an dem Rande Jupiters selbst statt, und können daher zu dieser Zeit eben so wenig gesehen werden, als die darauf folgenden Tage, wo diese Austritte für uns sogar hinter der Scheibe Jupiters vor sich gehen. Noch später wird man auch die Eintritte bei a nicht mehr sehen, da auch diese, von der Erde gesehen, sich hinter dem Planeten ereignen.

Vor der Opposition Jupiters also oder zu der Zeit, wo dieser Planet Vormittags durch den Meridian geht, fällt der Schattenkegel desselben für uns auf die westliche, nach der Opposition aber auf die östliche Seite, daher wir dort die Eintritte der Monde auf der westlichen, hier aber die Austritte derselben auf der östlichen Seite Jupiters sehen, während uns dort die Austritte auf der östlichen und hier die Eintritte auf der westlichen Seite unsichtbar sind, ndem uns beide von der Scheibe des Planeten selbst verdeckt werden. In der Mitte zwischen der Opposition und Conjunction aber, wo Jupiter am weitesten oder neunzig Grade von der Sonne entfernt ist, und wo er daher um sechs Uhr Morgens oder Abends durch den Meridian geht, fällt sein Schatten auch am meisten gegen Ost oder West und dieser Schatten ist dort, wo die zwei äußersten Satelliten durch ihn gehen, von dem Planeten schon so fern, daß keine der beiden Seiten des Schattens für uns von der Scheibe des Planeten bedeckt werden kann, daher wir also auch dann, von diesen beiden Satelliten, die Eintritte sowohl, als auch die darauf folgenden Austritte, oder daß wir die Finsternisse derselben in ihrer ganzen Dauer sehen können. Die zwei andern Satelliten aber stehen ihrem Hauptplaneten immer so nahe, daß man vor der Opposition bloß ihre Eintritte und nach der Opposition bloß ihre Austritte sieht, daher auch die Finsternisse dieser zwei nächsten Satelliten zu einer genauen Bestimmung der geographischen Länge viel weniger geschickt sind, als die der beiden anderen.

§. 147. (Verfinsterungen Jupiters durch diese Monde.) Anders verhält sich die Sache, wenn der Satellit in seiner Bahn zu dem Punkte c kömmt, wo er zwischen der Sonne und seinem Planeten ist, und wo man ihn dann von der Erde als einen runden Flecken über die Scheibe dieses Planeten ziehen sieht, sobald er in die

gerade Linie tritt, welche die Erde in A, B oder C mit dem östlichen Rande des Planeten verbindet. Dieß sind wahre Sonnenfinsternisse für die Bewohner Jupiters (I. §. 175), während die vorher betrachteten Erscheinungen als Mondesfinsternisse (I. §. 174) anzusehen waren. In der That wirft dann der Satellit in c d seinen eigenen Schattenkegel auf die ihm gegenüber stehende Oberfläche des Planeten und verdunkelt diesem dadurch das Licht der Sonne. Zu derselben Zeit sieht man dann auch noch einen zweiten nahe eben so großen, grauen Flecken dem Satelliten vorausgehen, wenn die Finsterniß vor der Opposition Jupiters sich ereignet, oder ihm folgen, wenn sie nach der Opposition statt hat. Dieß ist offenbar der Schatten des Satelliten, der über die Oberfläche des Planeten während der Finsterniß hinzieht. Bei diesen Vorübergängen der Satelliten, die mit lichtstarken Fernröhren sehr scharf beobachtet werden können, sieht man den Satelliten auch zuweilen als einen dunklen, nicht mehr runden, sondern unregelmäßig begränzten Flecken, dessen Dimensionen beträchtlich kleiner sind, als die seines Schattens, woraus Schröter und Harding den Schluß gezogen haben, daß diese Satelliten zuweilen auf ihrer Oberfläche oder in ihrer Atmosphäre große, dunkle Stellen haben.

§. 148. (Theorie der Satelliten Jupiters.) Die Theorie der Bewegungen und der gegenseitigen Störungen dieser Satelliten ist großen Schwierigkeiten unterworfen. Aber ihre große Entfernung von uns gestattet, bei den vorzüglichsten ihrer Perturbationen stehen zu bleiben, da wir die kleinern Ungleichheiten doch nicht mehr unterscheiden können. Bailly, der sich durch seine schöne, obgleich etwas dichterische Geschichte der Astronomie ausgezeichnet hat, und dessen grausamer Tod zur Zeit der Schreckensregierung in Frankreich ein entsetzlicher Beweis der Unbeständigkeit der Volksgunst ist, war der erste, der die Theorie dieser vier Monde durch Hülfe der Analyse zu bearbeiten suchte. Da aber sein Versuch noch zu unvollkommen war, so machte die k. Academie in Paris i. J. 1766 diesen schwierigen Gegenstand zu einer Preisfrage, die Lagrange in ihrem ganzen Umfange in einer Abhandlung löste, welche eine der schönsten ist, die je über die Einrichtung des Weltsystems erschienen war. Im Jahre 1788 nahm Laplace dieselbe Arbeit noch

einmal vor, bereicherte sie mit mehreren interessanten Entdeckungen und legte dadurch den Grund zu den ersten genauen Tafeln dieser Satelliten, die Delambre berechnete. Diese Arbeiten lehrten uns auch die Massen jener Monde kennen, die, in der bisher angenommenen Ordnung 17, 23, 28 und 43 Milliontheile der Masse Jupiters betragen. Verbindet man diese Massen mit der bereits oben mitgetheilten Größe dieser Monde, so findet man ihre Dichtigkeiten gleich 1, 4, 3 und 4 Zehntheile der Dichte der Erde, und daher auch den Fall der Körper auf ihren Oberflächen in der ersten Secunde, 8, 16, 20 und 19 Zehntheile eines P. Fußes.

§. 149. (Merkwürdige Verhältnisse ihrer Bewegungen.) Wir haben bereits oben (I. §. 177) die merkwürdigen Verhältnisse angegeben, welche zwischen den mittleren Längen sowohl, als auch zwischen den mittleren siderischen Bewegungen der drei ersten dieser Satelliten statt haben. Eine Folge dieser Sonderbarkeit ist, daß diese drei Satelliten nie zugleich verfinstert werden können. In der That, wenn der zweite und dritte dieser Monde, in demselben Punkte des Himmels, von Jupiter aus gesehen, sich befinden, so muß, jenes Verhältnisses wegen, der erste Mond jenen beiden gegenüber stehen; wird also dieser erste verfinstert, so müssen die beiden andern zwischen der Sonne und Jupiter liegen, und daher ihren Schatten auf den Hauptplaneten werfen, und umgekehrt.

§. 150. (Anblick des Himmels von diesen Monden.) Ohne uns bei der Beschreibung des Anblicks aufzuhalten, welchen die vier Monde den Bewohnern Jupiters gewähren mögen, wollen wir nur mit einigen Worten des Genusses erwähnen, welchen Jupiter selbst den Bewohnern der Satelliten darbietet. Welch ein Schauspiel mag es für die Bewohner des ersten Satelliten seyn, eine unserem Monde ähnliche Scheibe, mit denselben regelmäßig abweselnden Lichtphasen, aber 1370 mal größer, als uns die Scheibe des Mondes zur Zeit des Vollichtes erscheint, immer unbeweglich an derselben Stelle des Himmels zu erblicken, während die Sonne selbst und alle andern Gestirne hinter ihr vorüberziehen, begleitet von anderen ebenfalls sehr großen lichten Himmelskörpern, welche die erste in künstlich verschlungenen Bahnen nach ewig

unveränderlichen Gesetzen umwandeln. Die Bewohner der Mitte der, diesem Planeten zugewendeten Hälfte sehen die ungeheure Lichtscheibe immer in ihrem Zenithe und die des Randes immer in ihrem Horizonte. Eine Reise von 440 Meilen, zweimal so weit als von Wien nach Neapel, würde schon hinreichen, diese große Scheibe des Hauptplaneten aus dem Zenithe des Wanderers in seinen Horizont herab zu ziehen. Mit welchen Gefühlen mögen die Bewohner des Randes der hinteren, von Jupiter stets abgewendeten Hälfte dieses Mondes, nach einem Wege von nur wenigen Meilen, diesen ungeheuern Himmelskörper erblicken, der ihnen in seiner Oberfläche 37000 mal größer als die so weit entfernte Sonne erscheint, und der ein blendendes Licht verbreitet, das mit dem unseres Vollmondes nicht weiter verglichen werden kann.

§. 151. (Entdeckung dieser Monde.) Bemerken wir noch, daß die Entdeckung dieser vier Monde, durch Galilei i. J. 1610, eine der ersten Früchte des nur kurz vorher erfundenen Fernrohrs, zugleich eine sehr merkwürdige Epoche in der Geschichte der Sternkunde begründet, denn die erste astronomische Auflösung des großen Problems der Meereslänge, der wichtigsten und nützlichsten Aufgabe, die der menschliche Geist sich je vorgelegt hat, verdanken wir der Kenntniß dieser Monde. Auch datirt man mit Recht die eigentliche, letzte Bestätigung der Wahrheit des Copernicanischen Systems von der Entdeckung dieser vier Himmelskörper, die uns unser eigenes Sonnensystem gleichsam in einem Miniaturbilde zeigen, in welchem sich die drei Kepler'schen Gesetze (I. §. 147) und durch sie das Gesetz der allgemeinen Schwere abspiegeln und in wenigen Monaten schon alle die periodischen Bewegungen zeigen, deren vollständige Entwicklung bei den Planeten selbst mehrere Jahrhunderte erfordert. Und als ob die Natur mit einer Art von Vorliebe diese kleinen, von uns mit freien Augen ganz unsichtbaren Lichtpunkte begünstigen und auf sie die interessantesten Züge der Geschichte der Sternkunde häufen wollte, so verdanken wir ihnen auch die große Entdeckung der Aberration des Lichtes (I. Cap. VI.) und durch dieselbe die Kenntniß der außerordentlichen Geschwindigkeit (I. §. 77) dieses wundervollen Elements.

§. 152. (Satelliten des Saturn und Uranus.) Viel weniger, als die Satelliten des Jupiter, sind uns die des Saturn und noch beinahe gar nicht die des Uranus bekannt. Die vorzüglichsten Elemente der sieben Monde Saturns wurden schon oben (I. S. 339) mitgetheilt. Wenn man ihre Umlaufszeiten mit ihren mittleren Entfernungen vergleicht, so sieht man, daß auch sie, so wie die Monde Jupiters, dem dritten Gesetze Keplers (I. §. 146) gehorchen, so wie man durch lichtstarke Fernröhre, wenigstens an einigen derselben, auch schon die Gleichheit ihrer Revolution mit der Umdrehung um ihre Axe beobachtet hat, eine Uebereinstimmung, die man bereits an so vielen Satelliten gefunden hat, daß man nicht weiter anstehen kann, sie als eine allen diesen Monden allgemein zukommende Eigenschaft zu betrachten.

Der entfernteste oder der siebente dieser Monde hat allein noch eine etwas beträchtliche Neigung gegen die Ebene des Ringes, mit welcher die Bahnen der sechs übrigen nahe zusammenfallen. Dieser Mond ist zugleich derjenige, den man noch am besten durch Fernröhre sehen kann. Auch der sechste bietet in dieser Beziehung keine besonderen Schwierigkeiten dar; die drei nächstfolgenden sind schon sehr schwach und erfordern sehr lichtstarke Fernröhre, um gesehen zu werden; während die zwei innersten, die beinahe den äußern Rand des Ringes streifen, nur mit unsern vorzüglichsten Fernröhren, und auch da nur unter den günstigsten Verhältnissen sichtbar werden. Zu der Zeit, wo der Ring dieses Planeten für gewöhnliche gute Fernröhre verschwindet, bemerkte sie der ältere Herschel i. J. 1789, mit einem Reflector von vier Fuß Oeffnung, gleich zwei äußerst kleinen Perlen, die eine feine Silberschnur, wie ihm der Ring erschien, zu beiden Seiten begrenzten und bald darauf hastig wieder zu dieser Schnur zurück zu eilen schienen, um sich, auf ihre gewohnte Weise, wieder hinter derselben zu verbergen. Uebrigens ist die große Neigung der Bahnen dieser Satelliten gegen die Ecliptik Saturns — sie beträgt über 27 Grade — die Ursache, warum sie so äußerst selten von ihrem Hauptplaneten verfinstert werden, während im Gegentheile die vier, oder wenigstens die drei nächsten Monde Jupiters bei jedem Vollichte derselben durch den Schatten ihres Centralkörpers gehen.

Von den Satelliten des Uranus ist bereits das Wenige, was uns die Beobachtungen bekannt gegeben haben, oben (I. S. 340) mitgetheilt worden, daher wir hier derselben nicht weiter erwähnen.

§. 153. (Uebersicht des ganzen Planetensystems.) Zum bequemeren Ueberblicke der Verhältnisse, Größe, Entfernungen u. s. der einzelnen Körper unseres Sonnensystems hat man die vorzüglichsten Elemente derselben in Tafeln gebracht. Wir haben diejenigen, welche die Planeten betreffen, schon in dem ersten Theile (S. 281 und 294 bis 297) gegeben und fügen ihnen hier nur noch die Massen, Dichtigkeiten, die Rotation und Fallhöhen auf ihrer Oberfläche bei, um dadurch jene Angaben zu vervollständigen. Ihnen folgen dann die tabellarischen Uebersichten der Elemente des Mondes und der übrigen Satelliten.

Tafel I. Massen und Dichtigkeiten der Planeten.

	Masse, die der Erde = 1	Masse, die der Sonne = 1	Dichte, die der Erde = 1	Dichte, die des Wassers = 1	Oberfläche, die der Erde = 1	Volum, das der Erde = 1	Volum in Mill. Kubik-Meilen
Merkur	0,16	1 / 2025810	3,61	17,7	0,12	0,04	104
Venus	0,92	1 / 405871	1,07	5,2	0,90	0,85	2280
Erde	1,00	1 / 354936	1,00	4,9	1,00	1,00	660
Mars	0,13	1 / 2546320	0,70	3,3	0,32	0,18	467
Vesta	—	—	—	—	0,001	0,00004	1 / 10
Juno	—	—	—	—	0,03	0,005	14
Ceres	—	—	—	—	0,04	0,008	212
Pallas	—	—	—	—	0,07	0,017	45
Jupiter	308,9	1 / 3512	0,10	1,1	121,1	1333,1	3500000
Saturn	93,3	1 / 17918	0,20	0,5	95,2	928,5	2500000
Uranus	16,9	1 / 17918	0,25	1,0	17,9	75,85	201200

Die Masse der Sonne ist 329630 mal größer als die der Erde und die des Mondes ist 1/70 von jener der Erde. Die Dichte der Sonne ist 1/4 der mittlern Dichte der Erde oder 1,22 der Dichte des reinen Wassers. Das Volum oder der körperliche Inhalt der Sonne ist 1330000 größer als der der Erde, oder es beträgt nahe 3730 Billionen Kubikmeilen. Das Volum des Mondes ist nur 1/50 von dem der Erde.

Tafel II.

Geschwindigkeit, Abplattung u. s. der Planeten.

	Geschwindigkeit in der Bahn um die Sonne in 88 Tagen	Geschwindigkeit in 1 Secunde in Meil. in d. Bahn	Dauer der Rotation	Geschwindigk. ein. Punkt. d. Aequat. in d. tägl. Beweg. In Par. Fuß	Fall gegen die Sonne in ein. Secunde In Par. Linien	Fall der Körper auf der Oberfl. in einer Sec. In Par. Fuß	Abplattung
Merkur	360°	6,7	24 St. 5,5 M	504	8,5	14,1	—
Venus	140,9	4,9	23 21,3	1430	2,4	15,9	—
Erde	86,7	4,7	23 56,07	1422	1,3	15,1	$\frac{1}{300}$
Mars	46,1	3,4	24 39,3	798	0,5	6,3	$\frac{1}{16}$
Vesta	23,9	2,7	— —	—	0,2	—	—
Juno	19,9	2,6	— —	—	0,2	—	—
Ceres	18,8	2,5	— —	—	0,2	—	—
Pallas	18,8	2,5	— —	—	0,2	—	—
Jupiter	7.3	1,7	9 55,7	39070	0,05	38,8	$\frac{1}{13}$
Saturn	2,9	1,3	10 16,0	33500	0,01	15,1	$\frac{1}{11}$
Uranus	1,0	1,0	— —	—	0,003	14,6	—

Die Dauer der Rotation der Sonne beträgt 25½ Tag, und auf ihrer Oberfläche fallen die Körper in der ersten Secunde durch 430 Par. Fuß.

Tafel III.

Elemente des Mondes.

Siderische Revolution des Mondes . .	27 T.	7 St.	43′,192
Tropische — — — . .	27	7	43 ,078
Synodische — — — . .	29	12	44 ,047
Neigung der Bahn gegen die Ecliptik	5°	8′,78	
Mittlere Horizontal-Parallaxe am Aequator	0°	57′,01	
Siderische Revolution der Knoten . .	6793 T.	6 St.	51′,65
Tropische — — — . .	6798	4	14 ,93
Scheinbarer mittlerer Durchmesser von der Erde gesehen	0°	31′	8″,0
— — — von d. Sonne gesehen	0°	0′	9″,3
Siderische Revolution der Absiden . .	3232 T.	13 St.	37′,25
Tropische	3231	11	4 ′,12
Scheinb. mittl. Durchm. der Erde vom Monde gesehen	1°	54′	02″
Excentricität der Bahn in Theilen der halb. groß. Axe .	0,0559		
— — — in Meilen	4120		
— — — in Erdhalbmessern	4,791		
Wahrer Durchmesser in Meilen	466		
Mittlere Entfernung vom Mittelpunkt der Erde in Erdhalbmessern	60,2960		
— — in Meilen	51600,0000		
— — in Halbmessern der Erdbahn .	0,00251		
Verhältniß des Mondes zur Erde im Durchmesser . . .	$\frac{1}{3,7}$		
— — — — — in der Oberfläche . . .	$\frac{1}{14}$		
— — — — — im Volum	$\frac{1}{50}$		
— — — — — in der Masse	$\frac{1}{70}$		
— — — — — in der Dichte	$\frac{2}{3}$		
Fall der Körper auf der Oberfläche des Mondes in 1 Sec.	2,8 Par. Fuß.		

Tafel IV.

Elemente der Jupiter-Satelliten.

	Tropische Revolution.	Mittlere Entfernung vom Mittelpunkte Jupiters.		Neigung der Bahnen gegen die des Jupiters	Länge des aufsteigend. Knotens in der Ecliptik	Wahrer Durchmesser in Meilen
		in Halbmess. der Erdbahn	in Halbmessern Jupiters			
I	1 T. 18 St. 27,55 M.	0,00258	5,698	3° 13′	314° 40′	560
II	3 13 13,70	0,00410	9,066	3° 46′	313° 45′	460
III	7 3 42,55	0,00654	14,462	3° 26′	314° 24′	810
IV	16 16 32,15	0,0115	25,436	2° 36′	316° 39′	566

	Scheinbarer Durchmesser		Masse, die des Jupiter = 1	Dichte, die des Jupiter = 1	Fall der Körper auf der Oberfläche in 1 Secunde In Par. Fuß	Fall gegen Jupiter in 1 Secunde. In Par. Fuß	Bewegung in 1 Stunde in der Bahn. In Meilen
	Auf Jupiters Mittelpunkt	Mittlerer auf der Erde					
I	33′ 16″	1″,4	0,00002	0,7	0,8	11,2	8800
II	17′ 13″	1″,1	0,00002	1,7	1,6	4,4	7000
III	19′ 0″	2″,0	0,00009	1,2	2,0	1,7	5500
IV	7′ 32″	1″,4	0,00004	1,7	1,9	0,6	4200

Tafel V.

Elemente der Saturn-Satelliten.

	Tropische Revolution	Mittlere Entfernung vom Mittelpunkt Saturns		Neigung der Bahn gegen die Saturns	Durchmesser in Meilen
		in Halbmess. der Erdbahn	in Halbmessern Saturns		
	T. St. M.				
I	0 22 37,5	0,00152	3,185	28° 34′	—
II	1 8 53,1	0,00470	4,088	28° 34′	—
III	1 21 18,4	0,00201	4,833	28° 34′	104
IV	2 17 44,8	0,00259	6,222	28° 34′	104
V	4 12 25,2	0,00361	8,666	28° 34′	256
VI	15 22 41,2	0,00832	20,000	28° 34′	680
VII	79 7 53,7	0,02416	58,050	22° 42′	388

Tafel VI.

Elemente der Uranus-Satelliten.

	Tropische Revolution	Mittlere Entfernung vom Mittelpunkt des Uranus	
		In Halbmessern der Erdbahn	In Halbmessern des Uranus
I	5 T. 21 St. 25 M.	0,00237	13,131
II	8 17 1	0,00308	17,039
III	10 23 4	0,00358	19,861
IV	13 11 5	0,00411	22,776
V	38 1 49	0,00823	45,550
VI	107 16 40	0,01608	89,043

§. 154. (Graphische Darstellung der vorzüglichsten Elemente des Sonnensystems.) Die Zahlen der vorhergehenden Tafeln reichen

mehr als hin, um uns von der Ausdehnung und den Verhältnissen der Planeten- und Satellitenbahnen eine vollständige Kenntniß zu geben. Nach ihnen sind, diese Gegenstände noch anschaulicher darzustellen, die folgenden Zeichnungen entworfen worden, in welchen man die Verhältnisse gleichsam mit einem Blicke übersehen kann.

In Fig. 15 sind die Bahnen der Planeten mit den fünf merkwürdigsten Kometenbahnen in ihren gehörigen Verhältnissen zu einander dargestellt. Der äußere, das Ganze umfassende Kreis, in dessen Mittelpunkte die Sonne ist, kann als die Ecliptik, die hier mit der Ebene des Papiers zusammenfällt, betrachtet werden. Die Peripherie dieses Kreises kann man sich in 360 gleiche Theile oder Grade getheilt vorstellen, so daß bei ♈ die Zahl 0°, bei ♋ die Zahl 90, bei ♎ die Zahl 180° und endlich bei ♑ die Zahl 270° zu stehen kömmt, wo dann diese Grade die heliocentrischen oder von der Sonne gesehenen Längen andeuten. So erscheint hier z. B. Jupiter in seiner Bahn, in der heliocentrischen Länge von 134° und Saturn in der Länge von 223° verzeichnet. Die aufsteigenden Knoten der Bahnen sind durch ☊ und ihnen gegenüber die niedersteigenden durch ☋ angezeigt. Derjenige Theil der Bahn, der über der Ecliptik oder auf der Nordseite derselben liegt, ist ganz ausgezogen, die andere, unter der Ecliptik liegende Hälfte der Bahn aber ist durch eine punktirte Linie angezeigt worden. Die Pfeile deuten die Richtung der Bewegung an, die bei allen direct ist, oder von West nach Ost geht, blos den Halley'schen Kometen ausgenommen, der retrograd ist, oder von Ost gen West geht. Die beiden geraden, punktirten, auf die großen Axen der Kometenbahnen von Olbers und Halley senkrechten Linien sind die kleinen Axen dieser Bahnen. Die bloße Ansicht der Zeichnung zeigt schon die Ergänzung dieser Kometenbahnen über die Peripherie des das Ganze umfassenden Kreises. Wenn man in diese Planetenbahnen auch noch die Orte der Perihelien und Aphelien derselben eintragen will, so kann man dieß nach der Tafel I. S. 281. So ist z. B. für die Uranusbahn die Länge des Periheliums im 167sten Grade mit P, und ihr gegenüber die Länge des Apheliums im 347sten Grade mit A bezeichnet worden. Zieht man dann durch beide Punkte A und B eine gerade Linie, so drückt diese

durch die Sonne gehende Gerade die große Axe der Planetenbahn aus. Halbirt man dieselbe Gerade, so drückt die Distanz dieses Halbirungspunktes von der Sonne die Excentricität der Planetenbahn, in Halbmessern der Erdbahn gerechnet, aus. Uebrigens sind alle diese Planeten- und Kometenbahnen so vorgestellt, wie sie sich einem Auge hoch über der Sonne darstellen, welches diese Bahnen auf die Ebene der Ecliptik projicirt sieht.

Die Zeichnung Fig. 16 enthält die sämmtlichen Planeten in ihrer verhältnißmäßigen Größe und mit ihren Monden in derselben verhältnißmäßigen Entfernung dargestellt, die in der Natur selbst statt hat, die zwei äußersten Monde von Saturn und Uranus ausgenommen, die eigentlich über die Ebene der Zeichnung weiter hinausgerückt werden sollten, daher allen diesen Monden ihre Distanzen von dem Mittelpunkt ihrer Hauptplaneten, in d. Meilen ausgedrückt, beigefügt sind. Die beiden punktirten Bogen an den Polen von Jupiter, Saturn und Uranus zeigen die Größe der Abplattung und die zwei größeren Bogen bei Saturn zeigen die äußerste oder am meisten geöffnete Lage des Ringes, welche derselbe von der Erde gesehen, noch annehmen kann.

Die Zeichnung Fig. 17 giebt die scheinbaren Durchmesser der Planeten o derdie Winkel, unter welchen uns die wahren Durchmesser derselben erscheinen und zwar die größten, wenn sie uns am nächsten stehen und die kleinsten, wenn diese Planeten am weitesten von uns entfernt sind. In beiden Zeichnungen stellt die obere gerade Linie AB der Fig. 16 den wahren sowohl, als auch den scheinbaren. Nämlich wenn diese Linie AB für den wahren Durchmesser der Sonne gilt, so werden die wahren Durchmesser der Planeten, des Saturnringes und der Distanzen der Satelliten von den Mittelpunkten ihrer Hauptplaneten in demselben Verhältnisse durch die Zeichnungen der Fig. 16 dargestellt. Bezeichnet aber dieselbe gerade Linie AB den scheinbaren Durchmesser der Sonne (der im Mittel 32 Minuten oder 1920 Secunden beträgt), so geben die Durchmesser der in Fig. 17 verzeichneten Kreise in demselben Verhältnisse auch die scheinbaren größten und kleinsten Durchmesser der Planeten, so wie sie von der Erde gesehen werden, alles nach der zweiten Tafel von I. S. 295.

Die Zeichnung Fig. 18 endlich zeigt die relativen Geschwindigkeiten oder die Winkelbewegungen der Planeten um die Sonne während der Zeit von 88 Tagen, in welcher Merkur seine ganze Bahn um die Sonne zurücklegt, übereinstimmend mit der ersten Columne der vorhergehenden Tafel II.

Kapitel XI.

Kometen.

§. 155. (Anzahl der Kometen.) Nebst den eilf Planeten und ihren achtzehn Satelliten, die wir bisher betrachtet haben, gibt es noch eine große Anzahl anderer Himmelskörper, die ebenfalls zu unserem Sonnensysteme gehören, da sie sich, wie die Planeten, um die Sonne bewegen, die sich aber von denselben gleich auf den ersten Blick durch ihre Gestalt unterscheiden. Die Kometen waren lange Zeit der Gegenstand der Besorgniß der Menschen, die sie für außerordentliche Vorzeichen von dem Zorne des Himmels hielten. Nachdem sich endlich diese Vorurtheile verloren haben, berechnen wir jetzt ihren regelmäßigen Lauf, ohne sie zu fürchten, aber auch ohne diese Himmelskörper näher zu kennen, deren Natur uns bisher eben so fremd geblieben ist, als die Absicht, mit welcher sie in den Weltraum gesetzt wurden.

Unsere Geschichtbücher erwähnen nahe fünfhundert Kometen, die sich bisher der Erde gezeigt haben sollen. Allein diese Zahl ist offenbar viel zu klein. In den früheren Zeiten, wo man noch keine Fernröhre hatte, wurden nur diejenigen Kometen bemerkt, die man mit freien Augen sehen konnte und auch von diesen nur die größeren der Verzeichnung in den Chroniken würdig gehalten. Allein es gibt sehr viele, die so klein und lichtschwach sind, daß sie dem unbewaffneten Auge gänzlich entgehen. Seit den Jahren 1769

bis 1807, also in 37 Jahren erschien auch nicht ein einziger, dem gemeinen Mann auffallender Komet und doch haben die Astronomen in derselben Zeit mit ihren Fernröhren nicht weniger als 36 nicht bloß gesehen, sondern auch förmlich beobachtet. Seit einigen Decennien, besonders seit sich die berühmten Kometenjäger Messier und Pons mit diesem Gegenstande so eifrig beschäftigten, hat sich der Fleiß und das Glück, diese Himmelskörper aufzuspüren, so sehr vermehrt, daß man jetzt beinahe in jedem Jahre zwei bis drei neue Kometen findet. Wenn unsere Vorgänger eben so begünstigt worden wären, wie viele Kometen würden wir jetzt schon kennen gelernt haben in den sechstausend Jahren, seit welchen, wie die Juden zählen, unsere Erde entstanden seyn soll? Auf jedes Jahr zwei gerechnet, würden wir schon 12000 derselben in unseren Verzeichnissen haben, und diese würden noch keineswegs alle seyn, welche in dieser Zeit der Erde in der That nahe kamen. Denn viele dieser Körper haben, zu der Zeit, wo sie in die Nähe der Erde hinabsteigen, eine zu südliche Lage und halten sich daher nur unter den Fixsternen des südlichen Himmels, in der Nähe des Südpols unseres Aequators auf, welche Gegend von den Bewohnern Europa's nicht gesehen werden kann, weil sie ihnen von der Erde selbst verdeckt wird. (I. S. 52.) Die Leute im Staatenlande oder die Wilden in Neuholland haben sie vielleicht gesehen, aber von diesen Erscheinungen ist keine Nachricht zu uns gekommen, da man in jenen Ländern weder Geschichte zu schreiben, noch Kometen zu beobachten pflegt. Wieder andere hielten sich, wenn sie der Erde nahe kamen, nur unter denjenigen Sternbildern auf, in deren Nähe sich zugleich die Sonne bewegte: sie waren also nur bei Tage über dem Horizonte und konnten aus dieser Ursache nicht gesehen werden. Viele andere endlich mochten nur zur Zeit einer trüben Witterung, bei bedecktem Himmel erscheinen und mußten deßwegen ebenfalls unbemerkt bleiben. Immerhin sieht man schon aus diesen allgemeinen Andeutungen, daß die Zahl dieser Himmelskörper die oben erwähnte gewiß weit übersteigt.

Wir haben oben bemerkt, daß die Planeten, wenigstens die älteren durchaus nur eine sehr kleine Neigung gegen die Ecliptik

haben, und daß sie sich alle nur nach einer Richtung, von West gegen Ost, bewegen. Beides ist bei den Kometen nicht mehr der Fall. Diese bewegen sich in allen möglichen Richtungen um die Sonne und die Neigungen ihrer Bahnen umfassen alle Winkel von Null bis zu 180 Graden. Wenn also die Perihelien der Planeten, und überhaupt ihre ganzen Bahnen, sämmtlich sehr nahe in einer einzigen Ebene liegen, so sind dafür die Perihelien der Kometenbahnen rings um die Sonne nach allen Richtungen, nicht mehr in einer Ebene, sondern gleichsam in einem kugelförmigen Raume vertheilt. Da diese Himmelskörper, wie wir bald sehen werden, sehr langgestreckte elliptische Bahnen beschreiben, auf welchen sie sich, in ihren Aphelien, sehr weit von der Sonne entfernen, so kann man sie im Allgemeinen nur dann gut sehen, wenn sie in der Nähe ihrer Perihelien sind, wenn sie nahe zur Sonne, also auch näher zur Erde kommen, weil diese, in Beziehung auf jene großen Kometenbahnen, selbst nie weit von der Sonne entfernt ist.

Nun findet man aber, daß von den bisher beobachteten Kometen 20 ihre Perihelien innerhalb der Merkursbahn und schon nahe 70 innerhalb der viel größeren Venusbahn liegen haben. Diese beiden Zahlen verhalten sich aber nahe wie die Quadrate der Halbmesser dieser beiden Planetenbahnen. Denn, wenn man, nach Taf. II. des vorhergehenden Kapitels, den Halbmesser der Merkursbahn für die Einheit annimmt, so ist der Halbmesser der Venusbahn gleich $1,_{87}$ und das Quadrat derselben $3^1/_2$ und eben so ist auch 70 durch 20 dividirt gleich $3^1/_2$. Setzt man dieses Verhältniß der Quadrate der Halbmesser, für dessen Wahrscheinlichkeit man auch noch andere gute, geometrische Gründe hat, auf die übrigen Planetenbahnen fort, so würde daraus folgen, daß die Anzahl der Perihelien, die zwischen die Bahn der Venus und die des Uranus fallen, sich wie die Quadrate von 1 und 28, das heißt, wie die Zahlen 1 und 784 verhalten. Da es nun, nach dem Vorhergehenden, 70 Kometenbahnen gibt, deren Perihelien innerhalb der Venusbahn fallen, so soll es 70 mal 784 oder 51880 Kometenbahnen geben, deren Perihelien noch innerhalb der Uranusbahn liegen. Diese Zahl aber, so groß sie auch erscheinen mag, ist doch gewiß immer noch zu klein, weil wir von den in die Venusbahn

fallenden Kometen nur die bisher in der That gesehenen 70 unserer Rechnung zu Grunde gelegt haben, da es doch gewiß noch viele geben wird, die wir aus den oben angeführten Gründen nicht gesehen haben.

Welch' ein Heer von neuen Himmelskörpern, gegen das jenes kleine Häufchen von eilf Planeten und achtzehn Monden ganz verschwindet. Wohl wird man also künftig sagen können, daß nicht diese Planeten es sind, die man als die Bewohner des Haushalts unserer Sonne ansehen kann, sondern daß die Kometen das eigentliche Volk dieses großen Staates bilden. Jene eilf sind nur wie besonders Begünstigte zu betrachten, die den Thron dieses Reiches zunächst umgeben und sich in seinen Strahlen sonnen, während diese, die selbstständig und nicht von fremden Wohlthaten leben, die weiten Provinzen der Monarchie bewohnen und nur zuweilen sich jenen engeren Kreisen nähern dürfen, um ihren Tribut zu entrichten oder um Nachrichten von den fernsten Gränzen des Reichs vor den Thron zu bringen, und sich dann wieder zurück begeben, um, fern von dem strahlenden Prunke des Hofes, in Dunkelheit und unbekannt, aber vielleicht eben darum nur um so glücklicher, ihre Tage zu verleben.

§. 156. (Gestalt der Kometen) Es ist bereits im Eingange dieses Kapitels gesagt worden, daß die äußere Form der Kometen Jedermann bei dem ersten Blicke schon auffällt. Bei einer näheren Betrachtung derselben bemerkt man an ihnen vorzüglich drei, wie es scheint, wesentlich verschiedene Theile: den Kern, die Nebelhülle und den sogenannten Schweif.

Der Kern ist meistens klein, rund und durch ein helleres Licht ausgezeichnet, obschon die Intensität dieses Lichtes jener der Planeten meistens weit nachsteht. Viele Kometen haben übrigens keine Spur von einem solchen Kern und diese scheinen daher bloße Anbäufungen von Dünsten zu seyn. Wie man sie aber auch findet, sind sie gewöhnlich schlecht beleuchtet und noch schlechter begränzt, daher auch die Beobachter über die Größe derselben so verschiedene Resultate erhalten. Hier folgen einige solche Messungen des Durchmessers dieser Kerne in deutschen Meilen, wie sie uns Herschel und Schröter gegeben haben.

		nach Herschel	nach Schröter
Komet des Jahrs	1798	5	27 Meilen
	1805	6	30
	1807	110	1000
	1811	550	900

Die Nebelhülle scheint der, den Kometen eigentlich charakteristische Theil zu seyn, da man wohl schon viele ohne Kern und Schweif, aber noch keinen ohne diese Dunsthülle gesehen hat. Sie umgibt den Kern meistens in einer kugelförmigen, auf einer Seite, gewöhnlich auf der Seite des Schweifes, verlängerten oder geöffneten Gestalt, so daß dann der Schweif als die Fortsetzung jener Dunsthülle erscheint. Sie ist meistens so locker und fein, daß sie nur unseren dünnen Nebeln zu vergleichen seyn mag, und daß man die Sterne mit beinahe ungeschwächtem Lichte durch sie blinken sieht. Meistens umgibt sie den Kern nicht zunächst, sondern erst in einiger Entfernung, und so, daß der Kern an seiner nächsten Gränze von einer dunklern Einfassung und erst in einer größern Entfernung von jener lichtern Dunsthülle umschlossen erscheint. Bei mehreren Kometen hat man auch zwei und selbst drei solcher helleren Ringe gesehen, die durch dunklere von einander getrennt waren. Das Ganze hat das Aussehen, als wenn der eigentliche Körper, der Kern des Kometen, von mehreren concentrischen, von einander getrennten, hellen Wolkenschichten umgeben wäre. Nach Herschel sind diese Ringe transparente Atmosphären des Kometen, gebildet aus der durch die Sonnenhitze in den Perihelien rareficirten Masse des Kerns, welche Masse durch ihr leichteres specifisches Gewicht über der Oberfläche des Kerns aufsteigt und ihn dann als eine leuchtende Wolke ringsum einschließt. Man hat öfter schon große Aenderungen in diesen Nebenhüllen bemerkt. So sah Schröter die Hülle des Kometen von 1799 und von 1807 in dem Laufe eines Tages schon bis auf den vierten Theil ihres Durchmessers sich erweitern und wieder zusammenziehen.

Der Schweif ist, wie gesagt, als die Fortsetzung jener Dunsthülle zu betrachten, welche letztere dort, wo sie geöffnet erscheint, in den eigentlichen Schweif ausläuft. Schon Apian (Bienewitz) stellte i. J. 1531 die Behauptung auf, daß dieser Schweif des

Kometen immer in der Verlängerung derjenigen geraden Linie liege, die die Sonne mit dem Kometen verbindet. Aber davon ist eigentlich nur wahr, daß der Schweif, meistens auf der von der Sonne abgewendeten Seite des Kometen steht. Denn oft ist er gegen jene Linie sehr stark, bis zu einem rechten Winkel geneigt und zwar dann immer nach derjenigen Gegend hin, welche der Komet in seinem Laufe so eben verlassen hat. Da diese Neigung des Schweifes gegen das Ende desselben zuzunehmen pflegt, so erscheint er uns meistens gekrümmt und zwar so, daß seine concave Seite immer nach derjenigen Gegend hingerichtet ist, nach welcher der Komet selbst geht, so wie auch diese concave oder innere Seite des Schweifes immer heller und schärfer begränzt erscheint, als die äußere, convexe Seite desselben.

§. 157. (Schweife der Kometen.) Man hat bereits Kometen beobachtet, die zwei, drei und selbst mehrere Schweife hatten, die meistens alle nach derselben Gegend hin gerichtet sind. Der sonderbare Komet von dem Jahre 1823 hatte zwei Schweife, die einander gegenüber standen, so daß der eine derselben der Sonne zugekehrt und der andere von ihr abgewendet war; eine höchst auffallende Erscheinung, welche die bisher mit viel sogenannter Gelehrsamkeit entwickelten Theorien über die Entstehung dieser Schweife in nicht geringe Verlegenheit setzte. Der Komet vom Jahre 1744 hatte sogar sechs Schweife, oder sein Schweif erschien wenigstens in sechs Theile gespalten, deren jeder 4 Grade breit und 30 bis 40 Grade lang war. Wunderbarer noch sind die äußerst heftigen Bewegungen, die man bei einigen von ihnen, z. B. Chladni bei dem großen Kometen von 1811, bemerkt haben will, der sehr schnelle, gleichsam zuckende Verlängerungen und Verkürzungen dieses Schweifes sah, mit welchen die leuchtende Masse dieser Schweife in einer einzigen Secunde den Weg von einer Million Meilen hin- und wieder zurückschoß, eine Geschwindigkeit, die selbst jene des Lichtes weit übertreffen würde.

Auf welche Weise und durch welche Mittel diese Schweife auch entstehen mögen, immer wird man die Ursache derselben in der Sonne suchen müssen. Denn sie fangen immer erst dann an sich zu bilden, wenn der Komet der Sonne näher kömmt; sie

wachsen mit dieser Annäherung und nehmen auch, mit der Entfernung des Kometen von der Sonne, allmählig wieder ab. Es ist möglich und selbst nicht unwahrscheinlich, daß viele dieser Himmelskörper, die in der Nähe der Sonne durch die Hitze derselben in eine feine Dunstmasse aufgelöst werden, in großen Entfernungen von ihr, durch die dort herrschende Kälte, wieder zu sehr kleinen und festen Körpern concentrirt werden.

Diese Schweife der Kometen sind oft sehr lang und verbreiten sich über einen großen Theil des Himmels. Der Komet von 1456 hatte einen Schweif, der sich über 60 Grade erstreckte, also den dritten Theil des uns sichtbaren Himmels einnahm. Zu Keplers Zeiten, i. J. 1618, im ersten Jahre des dreißigjährigen Krieges, erschien ein Komet, dessen Schweif eine Länge von mehr als 100 Graden hatte. Auch der vom Jahre 1769 hatte einen über 90 Grade langen Schweif.

Die Größe und Gestalt dieser Schweife ist übrigens, auch bei demselben Kometen und während derselben Erscheinung desselben, öfters verschieden. Der Halley'sche Komet, von dem wir später mehr sprechen werden, erschien i. J. 1456, wo er der Erde näher vorbeiging, sehr groß und hell erleuchtet, cometa horrendae magnitudinis, wie der Chronist jener Zeit ihn beschrieb. Sein Schweif hatte eine Länge von 60 Graden. In einer nicht viel geringeren Pracht zeigte er sich in seinen zwei nächstfolgenden Besuchen, in den Jahren 1531 und 1607. Aber bei seiner dritten Wiederkunft, i. J. 1682, erschien er schon schwächer und kleiner, und seine letzte Erscheinung v. J. 1759 war noch weniger ausgezeichnet. — Ueberhaupt erscheinen die Kometen und ihre Schweife immer am größten, einige Zeit nach dem Durchgange durch ihr Perihelium, zum Beweise, daß die große Hitze, welche sie in dieser Nähe der Sonne erleiden, die eigentliche Ursache ihrer Entwicklung und Ausdehnung ist. Vielleicht würde es unserer Erde, wenn sie sich der Sonne so sehr nähern könnte, nicht besser gehen; sie würde wahrscheinlich auch glähend werden und wie erhitztes Metall in Fluß gerathen, das Wasser der Flüsse und Meere würde zu kochen anfangen und sich in Dunstgestalt erheben, und unsere Atmosphäre würde sich auf eine große Höhe über die Erde erstrecken,

und wenn sie, dem Widerstande des Aethers oder aus irgend einer andern Ursache, dem Kern derselben auf seinem schnellen Laufe um die Sonne nicht so geschwind folgen könnte, ebenfalls die Gestalt eines Schweifes annehmen.

Die meisten größeren Kometschweife erscheinen in ihrer Mitte, der Länge nach, durch einen dunklern, breiten Streifen getheilt, wodurch sie das Ansehen erhalten, als ob sie doppelt wären. Die älteren Astronomen hielten diesen dunklen Streifen für den Schatten, welchen der auf seiner vordern Seite von der Sonne beschienene Kern hinter sich wirft. Allein diese Meinung ist unrichtig, da man diese Streifen auch bei jenen Kometen bemerkt, deren Schweife sehr große Winkel mit derjenigen Linie bilden, die den Kometen mit der Sonne verbindet, auf welcher letzten Linie doch jener Schatten immer liegen müßte. Viel angemessener scheint die Vorstellung zu seyn, daß der Schweif des Kometen nicht, wie man gewöhnlich glaubt, eine ruthenartige Fortsetzung seines Hauptkörpers, sondern daß er ein hohler, mit einem eigenen schwachen Lichte versehener, durchsichtiger Dunstkegel ist, der uns dann natürlich an seinen beiden Rändern viel heller, als in seiner Mitte, erscheinen muß. So sah man den schönen Kometen von 1811 durch gute Fernröhre mit seinem hellen Kopfe ganz auf die Art, wie man etwa ein kugelförmiges Licht in dem Brennpunkte einer durchsichtigen, paraboliſchen Glasglocke sehen würde. Der eigentliche Kopf desselben hatte eine schwache, grünblaue Farbe, die in ihrer Mitte ins Röthliche überging. Der Halbmesser dieses kugelförmigen Kopfes, in dessen Mitte ein auffallend heller Punkt, der eigentliche Kern, sich befand, hatte, nach Herschels Messungen, 14000 d. Meilen. Diesen Kopf umgab ein Ring von dunkelgrauer Farbe, dessen äußerer Kreis einen Halbmesser von 55000 Meilen hatte und dessen Breite daher 41000 M. betrug. Durch diesen dunklen Ring sah man die kleinsten Sterne mit ganz ungeschwächtem Lichte durchschimmern. Diese dunkle Kugelschichte war wieder von einer helleren umgeben, deren Breite 15000 M. betrug, und die sich daher bis 70000 M. von dem Mittelpunkte des Kopfes erstreckte. Diese letzte Kugelschichte war aber, auf der von der Sonne abgewendeten Seite offen und lief hier, an den beiden

Enden der Oeffnung, in zwei Lichtströme aus, die sich auf viele Millionen Meilen erstreckten und dem Ganzen das Ansehen eines ungeheuern, paraboliſchen Trichters gaben, dessen gelblichtes Licht einen auffallenden Contrast mit der grünblauen Farbe des Kopfes bildete. Am Schlusse dieses Bandes ist der Komet des Jahres 1819 abgebildet, keiner von den größten, aber doch einer der letzten von den bisher erschienenen, der mit freien Augen gesehen werden konnte.

§. 158. (Entstehung und Ausbildung der Kometen.) Es ist möglich, daß der dunklere Ring, den man so oft zwischen dem Kern und der eigentlichen lichten Dunstbülle bemerkt, eine eigene, durchsichtige, elastische Materie ist, welche diese beiden Gegenstände trennt. Auch kann die sehr geringe Schwere der Kometenmaterie die Ursache seyn, warum sich die elastische, gasartige Masse dieser Himmelskörper durch die Hitze so gewaltig ausdehnt. Wenn unsere Erde in ihrem Innern ausgehöhlt und die Masse derselben z. B. auf ihren tausendsten Theil reduzirt wäre, so würde sich wahrscheinlich unsere Atmosphäre eben so ausdehnen, weit über die Oberfläche der Erde erheben und endlich, wegen dem schnellen Laufe der Erde, die Gestalt eines Kometenschweifes annehmen. Da man übrigens nicht nur durch den Schweif, sondern auch durch die Dunsthülle dieser Kometen die feinsten Fixsterne mit fast ganz ungeschwächtem Lichte sieht, so scheint die Masse dieser Körper ganz ungemein fein und locker zu seyn und vielleicht würden einige Kubikfuß unseres Wassers, einer so hohen Temperatur ausgesetzt, schon hinreichend seyn, ähnliche Erscheinungen zu erzeugen. Mehrere dieser Himmelskörper sind auch wohl bloße Dünste ohne alle feste, kernartige Masse, die sich, wenn sie eine Weile gedauert haben, oder wenn sie einem andern, größern und solidern Körper, nahe vorbeigehen, auflösen und völlig verschwinden, indem sie, wie ein Thau, auf die Planeten fallen oder in die Sonne herabregnen. Daß einige derselben schon öfter erschienen sind und ihre elliptische Bahn um die Sonne nach bestimmten Gesetzen beschreiben, kann diese Meinung nicht umstoßen, da die Kometen in der Dichte ihrer Massen wahrscheinlich sehr verschieden seyn mögen, und da jede unserer Wolken, wenn sie in jene Gegenden des Weltraumes gebracht werden könnte, dieselben Erscheinungen her-

vorbringen würde. Wir werden bald noch andere Himmelskörper kennen lernen, die uns ebenfalls nur als ungemein ausgebreitete Nebelgebilde erscheinen, und die sich in noch viel entfernteren Räumen, als die Kometen, bewegen und die vielleicht nur Conglomerationen von einer das Weltall erfüllenden, äußerst feinen, durchsichtigen und elastischen Masse, des Aethers, sind. Die Kometen mögen diesen Aether, wo sie dichteren Schichten desselben begegnen, an sich ziehen, und wenn sie sich später der Sonne wieder nähern, entfernt sich vielleicht diese fremde Masse, welche die starke Annäherung zur Sonne nicht ertragen kann, wieder von dem Kometen und hängt anfangs nur mehr in der Gestalt eines Schweifes mit ihm zusammen, bis sie sich endlich ganz von ihm trennt. Bei dieser Hypothese könnten die Kometen im Allgemeinen gar wohl beständige Körper seyn, deren eigentlicher Körper unzerstört bleibt, während bloß die mit ihnen zufällig vereinigten fremdartigen Stoffe von jenen Veränderungen getroffen würden und vielleicht ließe sich daraus zugleich erklären, warum die Gestalten dieser Körper, bei ihren verschiedenen Erscheinungen, so selten dieselben sind.

Nach unseren bisherigen Erfahrungen sind zwar alle Körper des Himmels und der Erde gegen einander schwer, d. h. sie ziehen sich gegenseitig an. Aber es wäre doch auch möglich, daß einige, daß selbst viele dieser Körper, die wir bisher noch nicht untersucht haben, davon eine Ausnahme machen. Wissen wir doch noch immer nicht, ob der Licht- oder Wärme-Stoff eine Schwere habe oder nicht. Wenn dieß bei dem Lichtstoffe der Fall wäre, so müßte er sich, seit so vielen Jahrtausenden, schon längst um die Planeten angehäuft haben, wovon wir aber auch nicht die geringste Spur entdecken können. Und wenn es sonach in der That Körper ohne Schwere geben könnte, was hindert uns, noch einen Schritt weiter zu gehen und selbst Körper mit negativer Schwere, d. h. solche anzunehmen, welche die andern Körper nicht nur nicht anziehen, sondern sie von sich abstoßen. Die Chemie hat uns bereits solche Eigenschaften der einzelnen Theile der Körper in Menge kennen gelehrt. Wenn also die Sonne gegen den Kern des Kometen eine positive Schwere hat, so wird daraus die elliptische Bewegung der

Kometen um die Sonne ganz so wie bei den Planeten, erklärt. Wenn eben so der Kern des Kometen gegen seine Dunsthülle auch eine positive Schwere hat, so wird man daraus die kugelförmige Gestalt dieser Hülle nach denselben Gesetzen ableiten, nach welchen man die sphärische Gestalt der Planeten und ihre Abplattung an den Polen bestimmt. Hat aber auch endlich die Sonne gegen die Dunsthülle des Kometen eine negative Schwere, so wird die Masse der Hülle von der Sonne nicht mehr angezogen, sondern abgestoßen werden, woraus man dann auch leicht die Lage und Gestalt der Kometenschweife wird ableiten können.

Der berühmte L. Euler suchte im Gegentheile die sonderbare Gestalt der Kometen dadurch zu erklären, daß die Masse derselben von der Sonne so ausgedehnt und so weit von dem Kometenkern entfernt wird, daß sie endlich von diesem Kern gar nicht weiter angezogen, sondern ganz sich selbst und der eigenen Anziehung der Sonne überlassen bleibt. Valz in Nimes meint dagegen, daß der Weltäther um den Kometen eine Art von Atmosphäre bilde, wodurch die unteren Schichten des Kometen desto mehr zusammen gedrückt werden, je näher sie bei dem Mittelpunkte des Kometen liegen, etwa so, wie unsere Atmosphäre in ihrem untern Theile von den über ihr liegenden Schichten zusammengedrückt und verdunstet werde. Allein diese Erklärung könnte nur dann angenommen werden, wenn man zugleich zeigen kann, daß jener Aether die Nebelmaterie des Kometen nicht durchdringen kann. Auf eine mit Luft gefüllte Blase würde jene Erklärung wohl passen, aber wo ist hier die Blase, welche die Nebelhülle des Kometen einschließt?

Wie diese Sache auch stehen mag, so wird es jetzt noch besser seyn, Beobachtungen zu sammeln, als Hypothesen zu schmieden, des hypothèses gratuites, wie Arago sagt, des opinions sans bases, des véritables romans. Demnach wollen wir diese theoretischen Untersuchungen unseren Nachfolgern überlassen und wieder zu demjenigen übergehen, was uns unsere eigenen Erfahrungen an diesen Himmelskörpern gelehrt haben.

§. 159. (Sehr große Kometen.) Die meisten derjenigen Kometen, die wir in den letzten Decennien gesehen haben, waren nur

sogenannte teleſcopiſche Kometen, ſo klein und ſchwach beleuchtet, daß man ſie nur durch Fernröhre und auch da oft ſchlecht genug erkennen konnte. Die beiden größten, die uns ſeit lange beſucht haben, waren die von den Jahren 1807 und 1811, beſonders der letzte, der aber auch nicht zu den größten gezählt werden kann, die man in früheren Zeiten geſehen hat. Wir wollen nur einige derſelben näher anführen.

Die chineſiſchen Annalen erzählen, wie uns Thevenot in ſ. Hist. sinica berichtet, von einem Kometen, der bei Nacht alle Sterne durch ſeinen ſtarken Glanz unſichtbar gemacht und die Nacht ſelbſt in einen hellen Tag verwandelt haben ſoll. Nach dem Tode des Demetrius, ſagt Seneca (nat. quaest. L. VII.), erſchien ein Komet ſo groß als der Mond, der ganz roth und von ſehr hellem Lichte war. Ariſtoteles ſchreibt von dem Kometen, der i. J. 371 vor Chr. G. erſchien, daß ſein heller und breiter Schweif den dritten Theil des ſichtbaren Himmels eingenommen habe. Im Jahre 43 vor Chr. G., bald nach Cäſars Tod, erſchien ein Komet, der ſo hell war, daß man ihn ſelbſt am Mittag noch gut ſehen konnte. Die Römer glaubten, daß er gekommen ſey, den Geiſt des großen Dictators zu empfangen, um ihn dem Sitz der Götter zuzuführen. Selbſt die Sonne, in blaſſen Schleier gehüllt, ſoll den Tod des außerordentlichen Mannes betrauert haben und der Komet wurde deßhalb Julium Sidus genannt.

Zur Zeit Neros, ſechszig Jahre nach Chr. G., erſchien ein Komet, der, nach Seneca's Berichte, die Strahlen der aufgehenden Sonne verdunkelte. Im Jahre 1402 erſchienen zwei ſehr große und helle Kometen. Der von 1532 konnte den ganzen Tag durch am Himmel geſehen werden. Der von 1456 hatte einen Schweif von 60 Graden Länge und der von 1618 einen von 100 Graden, ſo daß das Ende dieſes Schweifes an dem Horizonte noch nicht aufgegangen war, obſchon ſein Kopf bereits die Mitte des Himmels einnahm und dieſer Schweif erſchien um ſo furchtbarer, da er nicht in eine Spitze auslief, ſondern vielmehr fächerartig ſich immer mehr ausbreitete. Der Komet von 1680 war ſo groß, daß er, obſchon ſein Kopf bald nach der Sonne unterging, doch die ganze Nacht hindurch einen Theil ſeines über 70 Grade langen

und sehr breiten Schweifes über dem Horizonte zeigte. Der vorletzte der bisher gesehenen großen Kometen war der von 1744, dessen Licht, nach dem Berichte der Astronomen jener Zeit, am 1. Februar d. J. schon heller, als das des Sirius war, der am 8. Februar an Helligkeit den Jupiter und im Anfange des März selbst Venus in ihrem größten Glanze übertraf, so daß man ihn, an beschatteten Stellen, um 1 Uhr nach dem Mittage mit freien Augen sehr gut sehen konnte. Der letzte große Komet endlich war der vom Jahre 1769, dessen Schweif über 90 Grade lang war und dessen sich wohl die älteren meiner Leser noch erinnern werden.

Wir haben hier, nach dem Gebrauche der Astronomen, die Länge der Kometenschweife in Graden, also nur die Winkel angegeben, unter welchen sie, von der Erde gesehen, erschienen sind. Einen deutlicheren Begriff von ihrer Ausdehnung würden wir erhalten, wenn wir dieselben in Meilen angeben könnten. Allein das ist oft schwer, weil man, wenn auch die Entfernung der Kometen von der Erde, so doch nicht die Lage ihres Schweifes gegen unsere Gesichtslinie genau angeben kann. Wegen dieser Lage erscheinen sie uns oft sehr verkürzt, wozu noch die meistens sehr schwache und unbestimmte Begränzung derselben an ihren von dem Kern entfernteren Enden kömmt. Schröter und Herschel haben es indeß versucht, die Größe dieser Schweife auf solche Art zu bestimmen. Sie fanden die Länge des Schweifes des Kometen von 1744 gleich sieben Millionen Meilen, und die von 1769 über zehn, die von 1680 gegen zwanzig und endlich die von 1811 über zwei und zwanzig Millionen Meilen.

Man muß demnach die Kometen nicht nur als die bei weitem zahlreichsten, sondern auch als die größten Körper unseres Sonnensystems ansehen. Diese Schweife erstrecken sich, wie wir gesehen haben, oft über einen Raum, der größer ist, als die Entfernung der Erde von der Sonne, und auch der auf ihre Axe senkrechte Durchmesser, oder die Dicke derselben mag oft mehrere Millionen Meilen betragen. Der Kopf des Kometen von 1811 hatte, nach dem oben Gesagten, einen Durchmesser von wenigstens 140000 Meilen, war also über achtzigmal größer als der Durchmesser der Erde und selbst noch siebenmal

größer als der Durchmesser Jupiters, des größten unserer Planeten, so daß der Kopf dieses Kometen, an körperlichem Inhalte oder an Volum den Jupiter über 340mal und die Erde gegen 510000 mal übertraf, wobei sein ungeheurer Schweif nicht mitgerechnet ist, obschon er in seiner Länge die Distanz der Sonne von der Erde weit hinter sich zurückließ. Man kann sich kaum vorstellen, wie eine Masse, die einmal so viele Millionen Meilen von dem Kopfe des Kometen weggeschleudert worden ist, von der so schwachen Materie dieses ebenfalls nur dunstförmigen Kopfes wieder zurückgezogen werden soll und vielleicht erklärt sich daraus die Abnahme der Größe, die man bei mehreren schon mehr als einmal wiedergekehrten Kometen bemerkt haben will.

§. 160. (Phasen der Kometen.) Man hat so oft gefragt, ob die Kometen, so wie die Planeten, an sich dunkle Körper sind und ihr Licht nur von der Sonne erhalten, oder ob sie, so wie die letzte, mit einem eigenen, wenn gleich viel schwächeren Lichte leuchten. — Diese Frage wäre beantwortet, wenn man mit Gewißheit sagen könnte, ob die Kometen solche Lichtphasen zeigen, wie sie unser Mond und selbst Venus und Merkur haben. Denn dann ließe sich nicht weiter zweifeln, daß sie an sich dunkle Körper seyen.

Aber leider ist dieß letzte noch immer nicht ausgemacht. Man hat so oft behauptet, daß D. Cassini an dem Kometen von 1744 solche Phasen beobachtet habe. Aber wenn man die Stelle in den Par. Memoiren, wo er diese Erscheinung mittheilt, genauer betrachtet, so sieht man, daß er nur von der Unregelmäßigkeit in der Gestalt des Kerns dieses Kometen, nicht aber von eigentlichen Phasen desselben spricht. Ueberdieß sagen auch Heinsius und Chezeaux, die beide denselben Kometen ebenfalls beobachtet haben, ausdrücklich, daß sie an demselben nichts einer Phase Aehnliches gesehen hätten. An dem Kometen von 1769 will zwar der Engländer Dunn etwas dergleichen bemerkt haben, aber Messier's Beobachtungen desselben Kometen widersprechen einer solchen Wahrnehmung gänzlich. Den Kometen des Jahrs 1819 sah Cacciatore in Palermo am 5. Junius d. J. unter der Gestalt des Mondes in seinen Vierteln. Diese Beobachtung könnte für entscheidend

gelten, wenn derselbe Astronom nicht hinzugesetzt hätte, daß die Distanz der beiden Spitzen des Halbmonds in derjenigen geraden Linie gelegen wäre, welche die Sonne mit dem Kometen verband, da doch jene Distanz auf dieser Linie senkrecht stehen müßte, wenn das, was er sah, eine wahre Phase gewesen wäre.

Uebrigens mag es schwer seyn, bei einem mit so vielen Dünsten umhüllten Körper deutliche Lichtphasen zu bemerken, besonders wenn, wie es nicht unwahrscheinlich ist, diese Dünste selbst ein eigenes, phosphorescirendes Licht haben sollten. Die neuere Physik hat ein anderes Mittel gefunden, wodurch diese Frage vielleicht beantwortet werden kann. Man weiß, daß das Licht, wenn es von andern Körpern unter gewissen Winkeln zurückgeworfen wird, mehrere Eigenschaften äußert, die es erkennen lassen, ob dieses Licht ein direktes oder selbst nur ein reflektirtes Licht ist. Allein die Versuche, die Arago in dieser Beziehung an demselben Kometen von 1819 auf der Sternwarte in Paris gemacht hat, haben den Gegenstand noch nicht zur Entscheidung bringen können.

§. 161. (Masse der Kometen.) Es ist bereits oben gesagt worden, daß die Materie, der Stoff, aus welchen die Kometen gewebt sind, äußerst fein und so wenig dicht ist, daß er nicht mehr mit unsern Wolken, und kaum mit unseren Nebeln verglichen werden kann. Es ist möglich, daß diese ganzen Massen, so groß auch ihr Volum seyn mag, von den Sonnenstrahlen völlig durchdrungen werden, und daß daher nicht bloß die Oberfläche, sondern auch die inneren Theile derselben noch das Licht der Sonne reflektiren, so daß es nicht nothwendig ist, ein eigenes schwaches Licht dieser Massen anzunehmen. Vielleicht ist selbst ihr Kern nichts anderes, als ein etwas mehr verdichteter Dunst und ein ganzer großer Komet enthält nicht mehr eigentliche Masse, als einer der größeren Meteorsteine, die so oft aus den oberen Räumen der Atmosphäre auf unsere Erde fallen und die wohl eben solche, nur viel kleinere kosmische Körper sind, als die Planeten selbst. Der bloße Anblick dieser Himmelskörper zeigt schon, daß sie mit den uns bekannten festen Körpern durchaus keine Aehnlichkeit haben. Sie erscheinen selbst in den besten Fernröhren immer nur als leichte Wolken oder vielmehr als schwache, matt

beleuchtete Dünste. Während man durch unsere Nebel selbst die größeren Gegenstände, wie unsere Häuser und Bäume, oft schon auf hundert Schritte nicht mehr zu erkennen vermag, sieht man durch die Nebelhüllen der Kometen, die oft viel tausend Meilen im Durchmesser betragen, auch die kleinsten Fixsterne noch mit ungeschwächtem Lichte. In einem viel höheren Grade gilt dasselbe von den noch viel feineren Dünsten ihrer Schweife. Das Gewebe, aus welchen diese Körper bestehen, ist daher wahrscheinlich so ungemein zart und locker, daß es nur mehr mit unseren verschiedenen Luftarten zu vergleichen seyn mag. Es ist daher wohl möglich, daß wir einen Kometen nicht einmal sehen würden, wenn wir uns mitten in ihm befänden. Und so kann auch die Erde schon öfter durch eine solche Nebelmasse gegangen seyn, ohne daß wir es gewahr worden sind.

§. 162. (Masse des Kerns der Kometen.) Etwas dichter scheint der eigentliche Kern der Kometen zu seyn, wie man aus dem helleren Lichte schließen kann, durch welches er sich gewöhnlich von dem übrigen Körper des Kometen unterscheidet. Zwar will man schon öfter selbst kleinere Fixsterne durch diesen Kern durchschimmern gesehen haben, woraus man mit Recht auf eine sehr geringe Dichtigkeit der Masse dieses Kerns geschlossen haben würde. Allein jene Beobachtungen selbst sind zweifelhaft. Die Beobachtung von Olbers an dem Kometen von 1796 hat er selbst dahin berichtiget, daß der Stern wahrscheinlich nur sehr nahe an dem Kern, aber nicht hinter ihm vorüber gegangen ist. Andere Beobachtungen dieser Art von Bryant i. J. 1744 und von Herschel i. J. 1795 sind nicht genau und entscheidend genug angeführt worden. Dasselbe gilt von dem Vorübergange eines Kometenkerns vor einem kleinen Stern, den Montaigne i. J. 1774 gesehen haben soll, so wie von der ähnlichen Erscheinung, die Messier an demselben Kometen i. J. 1774 an einem andern Tage beobachtet hat. Die Bedeckung eines Sterns der siebenten Größe, die Valz zu Nimes i. J. 1825 sah, scheint auch nur ein naher Vorübergang des Kerns bei dem Kometen gewesen zu seyn. Entscheidender würde Wartmanns Beobachtung vom 28. November 1828 seyn, der sagt, daß er den Stern von dem Kern des Kometen vollkommen bedeckt

(complètement éclipsée) gesehen habe, aber sein Fernrohr war offenbar zu schwach, um diesen Gegenstand durch eine einzige Beobachtung zur Entscheidung zu bringen. — Noch kann man der berüchtigten Bedeckung des Mondes von einem Kometen erwähnen, die Georg Phranza in seiner griechischen Chronik für das Jahr 1454 aufgestellt hat. Allein man weiß jetzt, daß diese Meinung bloß durch eine unrichtige Uebersetzung des griechischen Textes durch den Jesuiten Pontanus entstanden ist. Besonders wichtig wäre uns in dieser Beziehung der Komet von dem Jahre 1819 gewesen, der am 26. Junius d. J. in einer Entfernung von 14 Millionen Meilen zwischen der Sonne und der Erde vorüberging, und den wir daher auf dem lichten Hintergrunde der Sonne hätten sehen können. Allein unglücklicher Weise wurde diese Erscheinung, ein bloßes Resultat der Vorherberechnung, zu spät bekannt gemacht, um die Beobachter auf dieselbe aufmerksam zu machen. Jedoch will Pastorf an diesem Tage einen Sonnenflecken beobachtet haben (Bode's Jahrb. 1823), den er für diesen Kometen hielt. — Wie es sich daher auch mit diesen Kometenkernen verhalten mag, wir müssen darüber die Beobachtungen unserer Nachfolger abwarten, die diesen Gegenstand vielleicht bald entscheiden werden.

§. 163. (Komet von dem Jahre 1770.) Einen andern Beweis für die ungemein geringe Dichtigkeit der Kometenmasse überhaupt liefert uns der sonderbare Komet von dem Jahre 1770. Die ersten Beobachtungen desselben gaben uns eine nicht sehr excentrische, elliptische Bahn mit einer Umlaufszeit von $5^1/_2$ Jahren. Bei diesem Resultate der Berechnung war es aber sehr auffallend, daß der Komet, seiner kurzen Umlaufszeit ungeachtet, weder vor, noch auch nach dem Jahre 1770 wieder gesehen wurde. Endlich fand man nach vielen umständlichen Rechnungen, daß er im Jahre 1767 dem Planeten Jupiter nahe vorbei ging, und daß dieser größte aller Planeten seine ursprüngliche, wahrscheinlich sehr excentrische Bahn in diese viel kleinere von $5^1/_2$ Jahren verändert habe. In dieser seiner neuen Bahn würden wir ihn auch wahrscheinlich im März d. J. 1776 wieder gesehen haben, wenn er nicht mit der Sonne zugleich über unserem Horizonte gestanden, also uns

unsichtbar gewesen wäre. Als er sich aber später wieder von der Sonne entfernte, begegnete er auf seinem Wege im Jahr 1779 dem Jupiter zum zweitenmale und erlitt dadurch neuerdings eine gewaltsame Veränderung seiner Bahn, die jetzt wieder sehr excentrisch ist, wie sie vor dem Jahre 1770 war, und in welcher er der Erde nicht mehr so nahe kommen kann, um von ihr gesehen zu werden. Auf diesem zweimal so stark gestörten Wege ging der Komet ebenfalls zweimal mitten durch das System der vier Satelliten jenes Planeten, und er würde unter diesen kleinen Körpern gewiß sehr beträchtliche Störungen verursacht haben, wenn seine Masse nicht ungemein gering gewesen wäre. Selbst unserer Erde ging dieser Komet in demselben Jahre 1770 näher, als bisher irgend ein anderer, vorbei, indem seine kleinste Entfernung von der Erde nur 368 Erdhalbmesser oder nahe sechsmal die Distanz des Mondes von der Erde betrug. Hätte er eine der Erde gleiche Masse gehabt, so würde er, wie die astronomischen Berechnungen zeigen, die Länge unseres Jahres um volle 2 St. 53 Min. geändert haben. Allein alle unsere Beobachtungen zeigen, daß sich das Jahr der Erde, seit jener Epoche, gewiß nicht um zwei Secunden, d. h. nicht um den 5000sten Theil jener Zeit geändert hat, woraus daher folgt, daß auch die Masse jenes Kometen noch nicht den 5000sten Theil der Erdmasse betragen könne.

Allerdings könnte man einwenden, daß das, was von diesem und vielleicht noch von einigen andern Kometen gilt, darum nicht von allen anderen gelten müsse. Nun ist es wohl unmöglich, alle diese Himmelskörper nach einander auf die Kapelle zu bringen, um sie in dieser Beziehung auf das genaueste zu untersuchen. Allein es gibt doch noch einen andern, bisher, so viel mir bekannt, ganz übersehenen Beweis für die Geringfügigkeit der Kometenmassen, der vor allen übrigen den großen Vorzug hat, daß er in der That sämmtliche Kometen, so viele deren seit vielen Jahrhunderten uns nahe gekommen sind, umfaßt, und daß er daher als ein allgemeiner Beweis anzusehen ist.

Bei den astronomischen Berechnungen der Störungen, welche jeder Planet, der der Sonne nächste, wie der entfernteste von allen übrigen Planeten erleidet, wird auf diejenigen Störungen, welche

etwa von den Kometen oder auch von den Fixsternen kommen könnten, durchaus keine Rücksicht genommen, weil man voraussetzt, daß die Massen von jenen zu klein und daß die Entfernungen von diesen viel zu groß sind, als daß sie noch auf die Bewegung dieser Planeten irgend einen Einfluß haben könnten. Ehe man diese gegenseitigen Störungen der Planeten berechnen konnte, war die Theorie der planetarischen Bewegungen noch so unvollkommen, daß Abweichungen zwischen den Berechnungen und den wirklichen Beobachtungen oft auf mehrere Minuten gingen, womit man sich, da man nichts besseres hatte, zufrieden stellen mußte. Allein seit man, durch die jetzt so vervollkommnete mathematische Analyse, diese Störungen mit allem Fleiße berechnet hat, stimmen die voraus berechneten mit den in der That beobachteten Orten der Planeten bis auf einige wenige Secunden überein, so daß wir uns jetzt einer viel größeren Harmonie zwischen der Theorie und der Anwendung zu erfreuen haben, als es unseren Vorgängern gegönnt war, und daß die kleinen Abweichungen, die wir noch zuweilen finden, meistens der Art sind, daß wir sie mehr den immer noch nicht ganz vermeidlichen Beobachtungsfehlern, als einer unrichtigen Theorie zuschreiben müssen. Diese Harmonie würde aber nicht bestehen können, wenn jene Voraussetzung, auf welche unsere ganze Theorie gebaut ist, der Wahrheit nicht gemäß wäre, d. h. wenn die Kometen, oder wenn auch nur ein einziger von jenen, die seit langer Zeit unseren Planeten nahe gekommen sind, eine Masse hätte, die hinlänglich wäre, den Ort dieser Planeten auf eine uns merkbare Weise zu verändern.

§. 164. (Berechnung der Kometenbahnen.) Es ist bereits oben gesagt worden, daß diese Himmelskörper, wenn sie zum zweitenmale zur Erde herabsteigen und nach oft langer Zeit wieder für uns sichtbar werden, ihre Gestalt zuweilen so sehr geändert haben, daß es unmöglich ist, sie als früher schon da gewesene Gäste je wieder zu erkennen. Da aber dieses Wiedererkennen für die Astronomen sehr wichtig ist, so haben sie andere Merkmale aufgesucht, die aller Wahrscheinlichkeit nach weniger Veränderungen unterworfen sind und diese glaubte man in den Elementen ihrer Bahnen (I. S. 280) zu finden, deren Kenntniß ohnehin

nöthig ist, um die Bewegung und den Ort des Kometen für jede gegebene Zeit durch Rechnung zu bestimmen.

So oft daher einer dieser Himmelskörper erscheint, wird er sofort von allen wohleingerichteten Sternwarten eifrig beobachtet und aus diesen Beobachtungen werden dann, durch Rechnung, die Elemente seiner Bahn abgeleitet. Findet man, daß diese Elemente mit einem der bereits früher erschienenen Kometen übereinstimmen, so wird man mit der größten Wahrscheinlichkeit daraus schließen, daß diese beiden Kometen identisch sind, und daß daher der fremde Gast schon einmal und vielleicht öfter da gewesen ist.

Dieser Elemente sind aber sechs, die an dem angeführten Orte bereits aufgezählt worden sind, nämlich 1) die große Axe der Bahn, oder was (I. S. 252) dasselbe ist, die Umlaufszeit des Kometen. 2) Die Lage dieser Axe oder die Länge des Perihe=liums. 3) Die Excentricität oder die Entfernung des Brenn=punktes der elliptischen Bahn von dem Mittelpunkte derselben. 4) Die Neigung der Bahnebene gegen die Ecliptik. 5) Die Knotenlinie oder die Länge der Linie, in welcher die Kometen=bahn die Ecliptik schneidet und endlich 6) die Epoche oder der Ort des Kometen in seiner Bahn zu irgend einer gegebenen Zeit.

Allein wie findet man diese Elemente aus den Beobachtun=gen? — Es kann nicht meine Absicht seyn, hier eine vollständige Antwort auf diese Frage zu geben, aber demungeachtet wird der Leser wünschen, wenigstens den Weg dazu im Allgemeinen ange=zeigt zu finden.

Sey S (Theil I. Fig. 21) die Sonne, T die Erde und p der Komet zur Zeit irgend einer Beobachtung desselben. Läßt man von p auf die Ebene ST'P' der Ecliptik eine Senkrechte pP herab und verbindet man dann diesen Punkt P durch gerade Linien mit S und T, so entstehen hier drei Dreiecke STP, SPp und TPp, und auf die vollständige Kenntniß dieser Dreiecke kömmt eigent=lich die ganze Rechnung an, um die es sich hier handelt.

Allein diese Kenntniß oder die sogenannte Auflösung dieser Dreiecke bietet ganz besondere Schwierigkeiten dar. — Bemerken wir zuerst, daß unsere Beobachtungen der Kometen nichts geben, als erstens den Elongationswinkel (I. S. 244) STP (der gleich

ist der Länge der Sonne weniger der geocentrischen Länge des Kometen und zweitens die geocentrische Breite Tp des Kometen oder den Winkel PTp. Da uns die Bewegung der Sonne, aus ihrer Theorie, bekannt ist, so können wir auch noch für jede Zeit die Entfernung der Erde von der Sonne oder die Größe der Linie ST angeben. Die in jenen drei Dreiecken bekannten Größen sind also die beiden Winkel STP und PTp nebst der Linie ST, und daraus läßt sich nun, nach einem leichten Satze der Trigonometrie, auch noch der Winkel STp ableiten und — weiter nichts. Man braucht aber, um jene Frage zu beantworten, vor allen den Commutationswinkel TSP (der gleich ist der heliocentrischen Länge des Kometen weniger der heliocentrischen Länge der Erde I. S. 244); ferner den Winkel PSp oder die heliocentrische Breite des Kometen und endlich die Linie Sp, welche den Kometen mit der Sonne verbindet, d. h. den Radius Vector (I. S. 272) des Kometen. Wenn man so diese drei letzten Größen unserer Dreiecke hätte, d. h. mit andern Worten, wenn uns die Lage des Kometen gegen die Sonne vollständig bekannt wäre, so würde die weitere Bestimmung der Elemente der Bahn des Kometen, zwar noch immer nicht zu den leichten Arbeiten gehören und gar manche Kenntnisse der Astronomie sowohl, als auch der höheren Analyse voraussetzen, aber sie würde doch, wie man längst schon gezeigt hat, möglich und ausführbar seyn. Allein jene drei Stücke sind nun einmal unbekannt, da uns durch unsere Beobachtungen nur die Lage des Kometen gegen die Erde und diese nicht einmal vollständig (weil uns die Kenntniß der Linie TP oder Tp fehlt) gegeben ist.

Bei dieser Lage der Dinge läßt sich an eine sogenannte directe Auflösung unseres Problems nicht einmal denken. Zwar kann man die analytischen Ausdrücke, von welchen diese Auflösung abhängt, ohne besondere Mühe aufstellen, aber sie sind so weitläufig und die aus ihnen zu findenden unbekannten Größen sind unter einander so verwickelt, daß zu der Berechnung derselben selbst die Geduld des unermüdlichsten Rechners nicht hinreichen würde.

Man müßte also diesen directen oder geraden Weg verlassen und zusehen, ob man nicht vielleicht durch Umwege das

gewünschte Ziel erreichen könne, durch Versuche, in welchen man z. B. eine von den unbekannten Seiten Tp oder TP einstweilen willkührlich, also wohl ohne Zweifel fehlerhaft annimmt und dann mit dieser Annahme weiter rechnet, bis man auf Resultate kömmt, die sich mit den Beobachtungen nicht mehr vertragen und die uns daher zu einer andern Annahme von TP führen, die wohl wieder, aber vielleicht schon minder fehlerhafte Resultate geben und uns auf diese Art, nach einigen zweckmäßig angestellten Versuchen, in den Stand setzen wird, denjenigen Werth von TP zu finden, welcher den Beobachtungen vollkommen entspricht.

Ein solches Mittel, diesen Zweck auf eine bequeme und sichere Weise zu erreichen, wird uns z. B. das oben (I. S. 276) erwähnte zweite Gesetz Keplers geben. Nach diesem Gesetze bewegen sich alle Planeten und Kometen um die Sonne so, daß der Radius Vector derselben Flächen beschreibt, die den dazu verwendeten Zeiten proportional sind.

Nehmen wir nun an, man habe den Kometen in drei aufeinander folgenden Zeiten beobachtet. Für die erste dieser Beobachtungen ist in unserer Zeichnung, wie gesagt, der Elongationswinkel STP und die Seite SS, so wie der Winkel PTp unmittelbar gegeben. Nimmt man nun vorläufig auch die Seite TP oder Tp als bekannt an, so wird man, mit diesen Größen, jene drei Dreiecke vollständig auflösen können. Dasselbe wird man auch für die zweite und dritte Beobachtung thun, und dadurch, wie man leicht sieht, nicht nur die drei Radii Vectores Sp, Sp′, Sp″ des Kometen zur Zeit jener drei Beobachtungen, sondern auch noch die zwei Winkel finden, welche zwischen diesen drei durch die Sonne S gehenden Radien enthalten sind, und also auch die zwei elliptischen Flächen, welche zwischen diesen Radien und den sie begränzenden Bogen der elliptischen Bahn des Kometen liegen. Diese Flächen sind es nun, welche den aus den unmittelbaren Beobachtungen gegebenen Zwischenzeiten proportional seyn müssen, wenn jene willkührliche Annahme der Größen Sp, Sp′, Sp″ der Wahrheit gemäß ist. Gesetzt, jene Beobachtungen wären zur Zeit der Mitternacht am 1., 6. und 16. März gemacht worden, so sind die Zwischenzeiten derselben 5 und 10 Tage, oder die

zweite ist doppelt so groß, als die erste. Und eben so muß auch die elliptische Fläche zwischen dem zweiten und dritten Radius doppelt so groß seyn, als die Fläche zwischen dem ersten und zweiten Radius, wenn jene Annahme richtig gewesen ist. Ist dieß nicht, so wird man jene Distanzen TP so lange ändern, bis diese Flächen sich genau so, wie jene Zwischenzeiten verhalten, und wenn man dieß erreicht hat, so wird man auch überzeugt seyn, daß die letzten drei Distanzen des Kometen von der Sonne und die Winkel, welche zwischen ihnen enthalten sind, mit der Wahrheit genau übereinstimmen. Kennt man aber einmal diese Distanzen und ihre Winkel, so ist die daraus folgende Bestimmung der eigentlichen Elemente ein reines, geometrisches Problem, das sich direct und zwar auf mehr als eine Weise auflösen läßt.

Man wird ohne meine Erinnerung bemerken, daß dieses Verfahren nicht ohne etwas umständliche Rechnungen angewendet werden kann, und daß es zu manchen scharfsinnigen Bemerkungen und Kunstgriffen Gelegenheit geben wird, die wir hier übergehen müssen.

Dasselbe Verfahren muß man im Grunde auch bei der Bestimmung der Elemente der Planetenbahnen anwenden und es ist auch in der That bei den vier neuen Planeten angewendet worden, ja diese sind es eigentlich, welche die erste Gelegenheit zur Ausbildung dieser Methode gegeben haben. Bei den älteren Planeten aber konnte man sich diese Mühe ersparen, weil von denselben eines jener sechs Elemente, nämlich die Umlaufszeit oder, was dasselbe ist, die große Axe ihrer Bahnen durch die Beobachtungen der Alten bereits auf das genaueste bekannt war (I. S. 257), ein Vortheil, der bei den neueren, den Alten unbekannten Planeten, ganz wegfiel.

Auch bei den Kometen hat man sich eines ähnlichen Vortheils zu bedienen gesucht, um die hieher gehörenden Rechnungen zu erleichtern. Nachdem man nämlich bemerkt hatte, daß sie beinahe alle in sehr excentrischen Ellipsen um die Sonne laufen, so erlaubte man sich die Voraussetzung, daß sie sich, nicht in Ellipsen, wie dieß in der That der Fall ist, sondern daß sie sich in Parabeln um die Sonne bewegen. Auch ist die Parabel nichts

anderes, als eine Ellipse mit einer unendlich großen Axe. Wenn beide krumme Linien denselben Scheitel und Brennpunkt haben, so kömmt der Bogen der Ellipse dem der Parabel desto näher, je excentrischer oder je länglicher diese Ellipse ist, besonders in der Nähe des Scheitels oder des Periheliums, und eben da ist es, wo wir die Kometen gewöhnlich beobachten, weil sie da der Sonne und also auch im Allgemeinen der Erde am nächsten stehen.

Nimmt man also die Bahn der Kometen parabolisch an, so fällt dadurch ein Element, die große Axe, die hier unendlich groß wird, ganz weg und die Rechnung wird dadurch ungemein erleichtert. In der That hat man durch diese abkürzende Methode die Bahnen vieler Kometen den Beobachtungen hinlänglich gemäß dargestellt, aber man hat auch zugleich, indem man die große Axe der Bahn als unendlich groß annahm, sich aller Kenntniß der Umlaufszeit des Kometen begeben, da in der Parabel keine Wiederkehr desselben möglich ist, und so ist es gekommen, daß uns vielleicht mehrere Kometen, selbst von einer kürzeren Umlaufszeit, gänzlich entgangen sind, und daß man sie bei ihrer Wiederkunft nicht mehr erkannt hat.

Es ist übrigens für sich klar, daß diese Bestimmung der Elemente der Bahn desto genauer seyn wird, je größer der Bogen der Ellipse war, in welchem man den Kometen von der Erde beobachtet hat, weil hier, wie überall, der Schluß von dem Kleinen auf das Große mißlich ist. Es ist daher für diese Bestimmungen sehr nachtheilig, daß wir die Kometen, wegen ihrem zu schwachen Lichte, nur in der Nähe der Sonne, also meistens nur in einem sehr kleinen Theile ihrer weit verbreiteten Bahnen sehen können, da sie, sobald sie sich weiter von der Sonne, also auch von der Erde entfernen, selbst unseren besten Fernröhren sich gänzlich entziehen. Dieser ungünstige Zufall äußert seine Wirkung ganz besonders auf die Umlaufszeit der Kometen. Je größer die Excentricität, desto schwieriger ist die Bestimmung der Umlaufszeit. Daher differiren auch die Astronomen so sehr in ihren Angaben dieses Elements. Für den Kometen von 1769 fand Lexell eine Revolution von 400 und Pingré eine von 1200 Jahren, und

Bessel endlich, der die Beobachtungen dieses Kometen mit einer besondern Sorgfalt discutirte, sogar eine von 2089 Jahren. Der letzte zeigte zugleich, daß ein Beobachtungsfehler von nur fünf Secunden die Umlaufszeit des Kometen schon um 400 bis 500 Jahre ändern kann. Eben so fand Prosperin für den Kometen von 1779 aus seinen Rechnungen, je nachdem er andere Beobachtungen zu Grunde legte, bald eine Umlaufszeit von 1160, bald von 1900 und endlich sogar eine unendlich große, d. h. eine parabolische Bahn, in welcher der Komet nie mehr zur Sonne zurückkehrt. Für den bereits oben erwähnten großen Kometen von 1680 fand Halley eine Umlaufszeit von 575 Jahren, während Encke aus seiner sorgfältigen Untersuchung aller über ihn gesammelten Beobachtungen eine Umlaufszeit von 8800 Jahren abgeleitet hat. Diese Beispiele, welche man leicht noch mit andern vermehren könnte, werden genügen, zu zeigen, wie schwer es ist, die Umlaufszeiten der Kometen, wenigstens wenn diese einmal mehrere Jahrhunderte umfassen, mit Genauigkeit zu bestimmen.

§. 165. (Kometen von bekannter Umlaufszeit.) Es giebt in der That kein anderes Mittel, die Umlaufszeit eines Kometen verläßlich zu bestimmen, als die Beobachtung seiner Wiederkehr selbst, wo man ihn an der Identität seiner Elemente mit einem früher da gewesenen Gaste erkennen kann. Von Kometen, deren Umlaufszeit man auf diese Weise bestimmt hat, kennt man jetzt mit Genauigkeit nur vier, deren Namen, nach denen ihrer Entdecker oder ersten Berechner, und deren Umlaufszeiten folgende sind:

Halley's Komet	mit	einer	Umlaufszeit	von	76	Jahren	
Olbers	—	—	—	—	—	74	—
Encke's	—	—	—	—	—	$3{,}29$	—
Biela's	—	—	—	—	—	$6{,}74$	—

Diese vier merkwürdigen Kometen gehören so recht eigentlich unserm Sonnensysteme an; sie bewegen sich immer unter den Planeten, von welchen nur die beiden ersten sich noch zuweilen bedeutend entfernen, während die anderen in ungemessenen und größtentheils für uns unmeßbaren Bahnen weit über die Gränze unseres Planetensystems hinausschweifen, sich in den unbekannten Tiefen des Himmels verlieren, und vielleicht schon nach ihrem

ersten Besuche auf immer für uns verschwinden, indem sie auf ihren paraboliſchen oder hyperboliſchen Bahnen unter den Fixsternen herumirren und auf ihren excentriſchen Wegen von einer Welt zur andern wandern.

Zwar hat man außer jenen vier Kometen, die wir sogleich einzeln näher betrachten wollen, noch einige andere als schon mehrmals da gewesene Fremdlinge erkennen wollen, allein man ist über die Identität derselben noch nicht so sicher geworden, um die nächste Wiederkunft derselben mit Verläßlichkeit voraussagen zu können. Die Elemente der beiden Kometen von dem Jahre 1264 und 1556 sind einander ähnlich genug, um eine Identität derselben nicht unwahrscheinlich zu finden. Allein die Beobachtungen derselben, vorzüglich die der ersten Periode, sind viel zu unvollkommen, um darauf einen sichern Schluß für die Wiederkehr desselben, die im Jahre 1848 statt haben soll, gründen zu können. Eben so haben manche Astronomen den i. J. 1743 mit dem i. J. 1819 erschienenen Kometen für einen und denselben gehalten. Die Beobachtungen von der letzten Periode lassen allerdings deutliche Spuren einer Ellipticität seiner Bahn bemerken, und die Elemente sind, bis auf die gar zu verschiedenen Neigungen der Bahn, mit jener Vermuthung in Uebereinstimmung. Clausen zeigte uns, daß diese Aenderung seiner Neigung von seinen nahen Vorübergängen vor Jupiter komme, und er machte es wahrscheinlich, daß der Komet jetzt eine Umlaufszeit von $5^1/_2$ Jahre habe, so daß man ihn im Herbste des Jahres 1836 wieder erwarten dürfte, wenn er nicht wieder ähnliche bedeutende Störungen auf seinem Wege von andern Himmelskörpern erleiden sollte.

§. 166. (Halley's Komet.) Dieser merkwürdige Komet zeichnet sich durch mehrere interessante Eigenheiten aus, die wir, in diesem Maaße, bei keinem andern vereinigt finden. Er ist unter allen Kometen von großer Umlaufszeit der einzige, von dem wir so viele Wiederkünfte aufzuweisen haben; wir können ihn bis in die Mitte des fünfzehnten Jahrhunderts mit Sicherheit, und mit einiger Wahrscheinlichkeit sogar bis zu dem Anfang der christlichen Zeitrechnung verfolgen; er ist einer der größten und auffallendsten Kometen; er ist der erste, dessen Wiederkunft die Menschen voraus-

zusagen gewagt und glücklich gewagt haben, und er ist es endlich, der uns diese räthselhaften Himmelskörper noch am meisten kennen gelehrt hat, da beinahe keine seiner Erscheinungen ohne irgend eine wichtige Entdeckung oder eine Bereicherung unserer Kenntnisse der Kometenwelt vorübergegangen ist.

§. 167. (Elemente des Halley'schen Kometen.) Die Umlaufszeit dieses Kometen beträgt, im Mittel aus den bisher beobachteten Erscheinungen 75 bis 76 Jahre. Die große Axe seiner Bahn ist daher nahe 18 mal größer als die große Axe der Erdbahn, oder sie beträgt nahe 744 Millionen d. Meilen. Die kleine Axe seiner Bahn beträgt $9^1/_5$ Durchmesser der Erdbahn oder 380 Mill. Meilen. Daraus folgt, daß die Entfernung der Brennpunkte seiner Bahn von den Scheiteln der Ellipse nur $0,_{033}$ Theile seiner großen Halbaxe oder nur 12 Mill. Meilen beträgt, so daß er also in seinem Perihelium nur halb so weit, als die Erde, von der Sonne entfernt ist, während er in seinem Aphelium nahe noch einmal so weit, als Uranus, von der Sonne absteht. Sein größter Abstand von der Sonne beträgt nämlich $35,_4$, und sein kleinster nur $0,_6$ Halbmesser der Erdbahn. Die Länge seines aufsteigenden Knotens, d. h. die Länge des Punktes der Ecliptik, in welchem er sich über dieselbe erhebt, beträgt 54 Grade, und die Neigung seiner Bahn gegen die Ecliptik ist 72 Grade, also ungewöhnlich groß. Ueberdieß bewegt er sich in dieser seiner Bahn, der allgemeinen Richtung der Planeten entgegen, also von Ost gen West oder seine Bewegung ist retrograd, gegen die Ordnung der himmlischen Zeichen des Thierkreises. Die Länge des Periheliums ist 303, also auch die des Apheliums 123 Grade.

Diese Bahn ist in Figur 15 verzeichnet, wo die Ebene des Papiers die Ecliptik vorstellt, und die vier Punkte ♈ ♋ ♎ und ♑ in den Längen von 0, 90, 180 und 270 Graden liegen. Zieht man durch den Mittelpunkt des Kreises ♈ ♋ ♎ ♑, welcher Mittelpunkt die Sonne vorstellt, eine gerade Linie nach den Punkten 54 und 234° der Peripherie dieses Kreises, so stellt diese Linie die Knotenlinie der Kometenbahn vor. Da der Komet in dieser Bahn rückwärts, oder in der Richtung der dort verzeichneten Pfeile geht, so sieht man, daß nur ein sehr kleiner Theil dieser Bahn,

nämlich derjenige, welcher auf der Seite der Knotenlinie steht, in welcher das Perihel ist, über der Ecliptik, bei weitem der größere aber unter derselben liegt, was die Ursache ist, warum uns der Komet meistens nur unter einer südlichen Breite erscheinen muß. Zur Zeit, wo er der Sonne am nächsten ist, steht er über der Ecliptik und innerhalb der Erdbahn, wie man in der Zeichnung sieht. Da er aber hier zugleich seine schnellste Bewegung hat, so verweilt er nur etwa $2^1/_2$ Monate innerhalb der Erdbahn. In seinem Perihelium legt er in einer Stunde 59500 Meilen zurück, geht also viermal schneller, als die Erde. In seinem Aphelium hingegen, wo seine Geschwindigkeit die kleinstmögliche ist, legt er in einer Stunde nur 980 Meilen, also 15 mal weniger, als die Erde, zurück *). Seine Bahn liegt übrigens so gegen die Erd-

---

*) Noch viel mehr verschieden sind diese Geschwindigkeiten bei denjenigen Kometen, die in sehr excentrischen Bahnen einhergehen. Der große Komet von 1680 zum Beispiel hat, nach Encke's Untersuchungen, eine halbe große Axe von $426,_{774}$ Halbmessern der Erdbahn und eine Distanz der Brennpunkte von den Scheiteln, die $0,_{00615}$ Halbmesser der Erdbahn oder nur 128260 Meilen beträgt. Nimmt man den Halbmesser der Sonne zu 93900 Meilen an, so ist im Perihelium die Entfernung des Mittelpunktes des Kometen vor der Oberfläche der Sonne nur 34360 Meilen oder nahe sieben Zehntheile der Distanz des Mondes von der Erde. Im Aphelium aber ist seine Entfernung von der Sonne über 17590 Millionen Meilen, also über 830 mal größer als der Halbmesser der Erdbahn. Die Umlaufszeit dieses Kometen beträgt, wie aus der angeführten großen Axe seiner Bahn, nach dem dritten Gesetze Kepler's folgt, 8817 Julianische Jahre, deren jedes $365^1/_4$ Tage hat. Seine Winkelgeschwindigkeit im Perihelium, wie sie von der Sonne gesehen wird, ist so groß, daß er in einer Stunde schon $118^3/_{10}$ Grade, also in zwei Stunden schon mehr als die sichtbare Hälfte des Himmels zurücklegt, und hier ist er der Sonne so nahe, daß man von seinem Mittelpunkte aus den Durchmesser der Sonne unter dem Winkel von 94 Graden sehen würde, so daß also die Sonne mehr als den vierten Theil des Himmels einnimmt. In seinem Aphelium aber, wo ihm die Sonne nur mehr unter dem kleinen Winkel von zwei Secunden erscheint, ist seine Winkelgeschwindigkeit so langsam, daß er 1840 Tage braucht, um, von der Sonne gesehen, den Winkel von einer einzigen

bahn, daß der Komet der Erde nie nahe kommen kann, und daß er, selbst im ungünstigsten Falle noch mehrere Millionen Meilen von ihr absteht, während z. B. der Komet Biela's sich i. J. 1832 der Erdbahn (nicht der Erde selbst) auf 3000 Meilen genähert hat. Dieser Umstand macht, daß die Erde von Halley's Kometen durchaus nichts zu besorgen hat, und daß die Furcht, welche einige mit diesem Weltkörper nicht genug bekannte Schriftsteller in ihren Blättern unter dem Volke erregt haben, völlig ungegründet ist.

§. 168. (Frühere, ungewisse Erscheinungen dieses Kometen.) Wenn man von den durch Rechnung erwiesenen, also constatirten Erscheinungen dieses Kometen rückwärts, in die früheren Perioden unserer Geschichte, zurückgeht, indem man z. B. von dem Jahre 1456, wo er das erstemal gehörig beobachtet wurde, die Umlaufszeit von 75 bis 76 Jahren mehrmals subtrahirt, so stoßt man in den Historikern jener Zeiten auf mehrere Nachrichten von großen Kometen, die sehr wohl den Halley'schen zum Grunde haben können. Da aber oft in wenig Jahren mehrere bedeutende Kometen erscheinen; da jene Kometen nicht näher beschrieben und noch weniger astronomisch beobachtet worden sind; da endlich die Geschichtschreiber häufig Meteore und andere Erscheinungen für eigentliche Kometen gehalten haben, so haben diese Nachrichten kein wahres wissenschaftliches Interesse. Wir wollen sie demnach auch nur kurz anführen.

Im Jahre 130 vor Chr. Geburt erschien, wie Justinus erzählt, ein großer Komet zur Zeit der Geburt des Mithridates.

Secunde vorzurücken, so daß er also hier für die Sonne, die in dieser außerordentlichen Entfernung nicht mehr beträchtlich auf ihn wirken kann, durch mehrere Jahre in einer absoluten Ruhe stille zu stehen scheint. Aus diesen Winkelgeschwindigkeiten, verbunden mit den Entfernungen von der Sonne, lassen sich auch leicht die absoluten Geschwindigkeiten des Kometen in jenen beiden äußersten Punkten seiner Bahn berechnen. Man findet so, daß er im Perihelium, wo die Erde nur 4 Meilen in einer Secunde zurücklegt, in derselben Zeit durch $73,_{58}$ Meilen von der dort sehr starken Kraft der Sonne fortgerissen wird, während er im Aphelium in einer Secunde nur $0,_{0.054}$ Meilen, d. h. nur $12\,^1/_5$ Par. Fuß zurücklegt.

Man wollte diese Erscheinung für die 21ste dieses Kometen vor der erwähnten des Jahres 1456 halten, aber ohne für diese Meinung einen andern Grund anführen zu können, als die Zwischenzeit von 1586 Jahren, die nahe 21 mal 75 1/2 Jahre beträgt. — Die zweite dieser älteren Erscheinungen unseres Kometen, deren in unsern Geschichtbüchern Erwähnung geschieht, ist die von dem Jahre 323 nach Chr. Geb., zwischen welcher und jener also fünf Wiederkünfte unbeachtet vorübergegangen seyn würden. Dieses Jahr 323 ging unmittelbar dem großen Concilium zu Nicäa, der ersten allgemeinen Kirchenversammlung unter K. Konstantin voraus. Auf demselben wurde die damals sehr verbreitete Lehre des Arius von der Consubstantialität verworfen und die noch jetzt bestehende Bestimmung der Zeit des Osterfestes angenommen. Die Geschichtschreiber jener Epoche wußten diese beiden Ereignisse mit dem Kometen in Verbindung zu bringen. — Die nächstfolgende dritte Erscheinung desselben fiel, 76 Jahre später, auf das Jahr 399. Auch dieses Jahr war durch ein großes Concilium zu Alexandrien ausgezeichnet, das gegen die Anhänger des Origenes gehalten wurde. Auch überzogen in diesem Jahre die Vandalen zum erstenmale Spanien, von welchem Lande sie dann nach Italien vorrückten. Der Komet soll zu dieser Epoche besonders groß und schrecklich ausgesehen haben, da ihn die gleichzeitigen, meistens kirchlichen Geschichtschreiber einen Cometam prodigiosae magnitudinis nennen, horribilem aspectu et comam ad terram usque demittentem. Nach einem Zwischenraum von nahe zweimal 75 Jahren findet man wieder die vierte Erscheinung desselben, oder wenigstens irgend einen großen Kometen in d. J. 547, in welchem Rom, die Hauptstadt der Welt, von Totilas geplündert wurde. Nach weiteren vier unbeachteten Vorübergängen erfolgte die fünfte Erscheinung i. J. 930, die, nach der Meinung der gleichzeitigen Chronikenschreiber, dem Tode Heinrich des Voglers und der großen Niederlage der Ungarn in Deutschland als Wahrzeichen vorausgegangen seyn soll. Die sechste bemerkte Wiederkunft fiel in das Jahr 1005, von dem uns Haly Ben Rodoan berichtet. Die siebente Erscheinung desselben fiel auf das Jahr 1080, das Todesjahr des griechischen Kaisers Alexius

Comnenus. Die achte auf 1155, in die Epoche des Conciliums zu Soissons, wo König Ludwig von Frankreich und die Reichsbarone in die Hände der Bischöfe den Eid ablegten, daß sie sich des Straßenraubes begeben und durch die nächsten zehn Jahre den Landfrieden erhalten wollten. Die neunte Erscheinung traf in das Jahr 1231, und wird nur von chinesischen Schriftstellern erwähnt. Die zehnte fiel in d. J. 1305. Der Komet dieses Jahres soll durch seine außerordentliche Größe allgemeinen Schrecken verbreitet haben. Ihm folgte, unmittelbar nach einem sehr strengen Winter, eine verheerende Pest, die Europa durch sieben Jahre mit Leichen bedeckte. Die eilfte endlich traf in das Jahr 1379 oder 1380, in welchen Jahren Alstedius und Lubieniecius zweier großer Kometen erwähnen. Der letzte dieser beiden Schriftsteller ist der eigentliche Vater der Cometographie, sofern diese Erscheinungen der Geschichte und nicht der Astronomie angehören. Er hat uns eine Sammlung aller in ältern Schriften zerstreuten Nachrichten über Kometen überlassen, die er in seinem Theatrum Cometicum, 2 Bänden in Folio, mit vielem Fleiße gesammelt hat.

Dieß sind die Erscheinungen von Kometen aus den früheren Zeiten, die man für Wiederkünfte des Halley'schen Kometen halten könnte, da die Zwischenzeiten dieser Erscheinungen gut genug mit der bekannten Umlaufszeit dieses Kometen übereinstimmen. Allein da dieser Himmelskörper in manchen Zeiten sehr viele erscheinen, und da man vor dem fünfzehnten Jahrhunderte keine eigentlichen astronomischen Beobachtungen an denselben anzustellen pflegte, so wird die Identität der erwähnten Kometen mit dem Halley'schen wahrscheinlich immer unbestimmt bleiben.

§. 169. (Spätere, gewisse Erscheinungen des Halley'schen Kometen. Erste Erscheinung.) Die erste verläßliche, weil durch astronomische Beobachtungen constatirte Erscheinung dieses Kometen fällt, wie gesagt, in das Jahr 1456. Er zeigte sich in diesem Jahre in den Sternbildern vom Stiere bis zum Löwen mit ungemeiner Pracht, da er der Sonne und der Erde zugleich sehr nahe stand. Sein Schweif hatte während seiner glänzendsten Periode eine Länge von 60 Graden und er breitete sich gegen sein Ende

in Gestalt eines Pfauenschweifes aus. Zur Zeit seiner Sonnennähe soll sein Kern das intensive Licht eines Fixsterns gehabt haben. Da man ihn anfangs am Morgen oder vor Sonnenaufgang und später, nachdem er einige Zeit ganz verschwunden war, wieder Abends bald nach Sonnenuntergang am Himmel gesehen hatte, so glaubten mehrere, daß zwei verschiedene Kometen nach einander erschienen seyen. Allein mehrere Beobachter hatten bereits die richtige Ansicht gewonnen, daß diese beiden Erscheinungen nur einem und demselben Kometen angehören, dessen Sichtbarkeit nur durch seine Annäherung zur Sonne einige Zeit unterbrochen wurde, und der dann, als er auf die andere oder östliche Seite der Sonne getreten war, auch im Osten von derselben, d. h. bald nach Sonnenuntergang, am abendlichen Himmel gesehen werden mußte.

Fünf Jahre früher i. J. 1451 hatte Mahomed II. Constantinopel erobert und dadurch dem seit Constantin M. bestehenden griechischen Kaiserthume ein Ende gemacht. Allein ein anderer großer Komet von 1454 hatte bei den siegreichen Türken großen Schrecken verbreitet, indem sie ihn für die Anzeige eines allgemeinen Kreuzzuges der gesammten europäischen christlichen Heere gegen sie hielten. Zwei Jahre später, als die Türken, dieser Anzeige ungeachtet, sehr glückliche Fortschritte gemacht und besonders das deutsche Reich mit ihren siegreichen Heeren zu überschwemmen gedroht hatten, erschien jener Komet von 1456 und verbreitete jetzt einen noch größeren Schrecken unter den Christen, die ihn für nichts weniger, als den Vorboten ihres gemeinsamen Unterganges betrachteten. Calvisius, einer der Chronisten jener Zeit, berichtet uns: His (cometa et bello) exterritus Papa Calixtus III ad advertendam Dei iram aliquot dierum supplicationes indixit, constituitque in urbibus, ut in meridie campanae pulsarentur, ut omnes de precibus contra Turcarum tyrrannidem fundendis admonerentur. Nicht umsonst, wie es scheint, denn schon in dem ersten Jahre des Feldzuges erscholl die freudenvolle Nachricht von der völligen Niederlage der Türken. So willkommen dieselbe der ganzen Christenheit im allgemeinen seyn mochte, so verlegen machte sie zugleich die Kometendeuter. Der eine,

Cromerus, wußte sich schnell zu helfen, indem er den Kometen Christianis laetum nuntium clade Turcica et turpi fuga Mahomedis nannte. Andere suchten dem Kometen, der nun einmal nichts als Unglück vorhersagen sollte, sein altes Ansehen zu wahren, und bezogen seine Erscheinung, nicht auf die Flucht der Türken, sondern auf den bald darauf erfolgten Tod des Helden jener Tage, Johannes Corvinus Hunjady, an welchem das Christenthum eine mächtige Stütze verlor.

§. 170. (Zweite Erscheinung.) Die zweite verläßliche Wiedererscheinung unseres Kometen traf in das Jahr 1531. Er war dießmal weniger groß und glänzend, auch genoß zu derselben Zeit ganz Europa eines allgemeinen Friedens. Peter Bienewitz, oder wie er sich dem damaligen Gebrauche zufolge nannte, Apianus, kaiserlicher Astronom zu Ingolstadt unter Carl V. und Ferdinand I. lieferte uns die besten Beobachtungen von diesem Kometen, wie sie denn zugleich überhaupt die ersten eigentlich astronomischen Beobachtungen sind, die wir von diesem Kometen erhalten haben. Er stellte auch der erste die im Allgemeinen sehr wichtige Bemerkung auf, daß der Schweif der Kometen der Sonne immer gegenüber stehe, was nothwendig auf einen Zusammenhang dieser Himmelskörper mit der Sonne leiten mußte. Auch in dieser Erscheinung sah man den Kometen zuerst Morgens am östlichen und später Abends am westlichen Himmel und obschon auch jetzt noch einige von zwei Kometen sprechen wollten, so hatte sich doch schon die oben erwähnte richtige Ansicht so sehr befestiget, daß einer der Astronomen jener Zeit die Vertheidiger der Duplicität des Kometen ohne weitere Umstände für ein imperitum vulgus erklärte. Desto mehr hingen aber dafür beinahe alle Astronomen jener Zeit noch an der Meinung, daß diese Himmelskörper Vorzeichen von herannahenden Unglücksfällen seyn sollen. Zwar regte sich bereits da und dort die so lange verborgen gebliebene Wahrheit, daß diese Körper, den Planeten ähnliche Wesen, sich so, wie diese, am Himmel bewegen und mit den Schicksalen der Menschen nichts gemein haben. Aber diese Aeußerungen, so bescheiden und furchtsam sie auch vorgetragen wurden, hatten doch das Schicksal, selbst unter den ersten Gelehrten jener Zeit Gegner zu finden und allgemein für unrichtig, wohl auch für irre-

ligiös verschrieen zu werden. Milichius, einer der angesehensten Schriftsteller des sechszehnten Jahrhunderts, war einer der Vorkämpfer in der Vertheidigung der alten Meinung von den Kometen, und nachdem er seine Gegner durch sehr seichte Gründe, wie er glaubte, widerlegt hatte, stellt er selbst die Behauptung auf, daß die Kometen eine Art von Zwittergattung unter den Weltkörpern wären, indem sie aus den Conjunctionen der Planeten unter sich, oder aus den Sonnen- und Monds-Finsternissen entstehen. Auf diese Weise galt ihm der gegenwärtige Komet für ein Product der Conjunction des Saturn mit Mars und Merkur im Sternbilde des Stiers. — Nicht so dachte der bereits oben erwähnte Lubieniecius. Zwar betrachtete er die Kometen nicht aus einem eigentlich astronomischen Standpunkte, aber er bemühte sich wenigstens die Hindernisse wegzuräumen, welche einer solchen Betrachtung bisher im Wege gestanden waren, und vor allem dem Vorurtheile und dem Aberglauben zu steuern, der, so lange er herrschte, keine bessere Erkenntniß aufkommen ließ. So viel er kann, benützt er eifrig jede Gelegenheit, zu zeigen, daß die Erscheinungen der Kometen eben so oft von freudigen, als von traurigen Ereignissen begleitet sind, und daß sie daher mit diesen Ereignissen selbst in keinem weitern Zusammenhange stehen. Bald fanden sich auch andere Männer, die es wagten, gegen die allgemeine Meinung aufzutreten und dem bisher so ungerechter Weise verläumdeten Kometen das Wort zu reden. So sagt der bekannte Grynäus: „Ich kann mich nicht „genug über die Kühnheit und Unwissenheit einiger Menschen ver„wundern, die sich nicht scheuen, aus der Erscheinung der Kometen „ohne allen Grund Mißwachs oder sonst ein anderes Unglück vor„her zu sagen.“ Und Thomas Erastus schrieb in der Mitte des 16ten Jahrhunderts die für jene Zeit sehr treffenden Worte: „Wollte Gott, daß die Kriege keine andere Ursache hätten, als „die durch die Wirkung der Kometen aufgereizte Galle der Macht„haber. Ein einziger geschickter Arzt könnte dann mit einer „kleinen Dosis Rhabarber oder Rosensyrup das Glück eines ganzen „Landes erhalten.“

§. 171. (Dritte Erscheinung.) Das drittemal erschien unser Komet i. J. 1607, wo er gegen das Ende Oktobers sein

Perihelium erreichte. Dieß war die Zeit, wo Elisabeth in England und Heinrich IV in Frankreich ihre Völker groß und glücklich zu machen suchten und wo Kepler das große Gesetzbuch des Himmels entdeckte. Die damalige Erscheinung des Kometen hat viel Aehnliches mit derjenigen, die im Jahre 1835 statt haben wird, daher vielleicht auch die scheinbare Größe, die Gestalt und der Glanz in beiden Epochen sich gleich seyn möchten. Im Jahre 1607 trat er am 26. October in sein Perihel; seine kleinste Entfernung von der Erde war fünf Millionen Meilen; er durchlief den untern Theil des großen Bären, ging durch die Mitte des Bootes, durchzog dann das Sternbild der Schlange und verschwand im Fuße des Bootes. Im Jahre 1835 aber wird er sein Perihel um die Mitte Novembers erreichen, der Erde sich bis auf vier Millionen Meilen nähern und die Sternbilder des großen Bären und des Bootes durchlaufen und in der Schlange verschwinden. Es ist daher wahrscheinlich, daß er sich im Jahre 1835 nahe eben so zeigen wird, wie man ihn i. J. 1607 gesehen hat. Die besten Beobachtungen jener Erscheinung sind von Kepler, Longomontar, und von den Engländern Harriot und Torporley. Nach Keplers Bericht hatte der Komet gegen Ende des Septembers 1607 noch einen sehr schwachen und kaum bemerkbaren Schweif, indem der Kopf desselben einem nicht ganz runden Ballen von der Größe Jupiters glich, dessen Licht aber schwach und blaß, wie das des Mondes war, wenn er im Halbschatten der Erde steht. Einige Tage später wurde sein Schweif bemerkbarer, doch war er abwechselnd kurz und plötzlich wieder sehr lang, ähnlich den Streifen in der Luft, die man oft bei der Sonne bemerkt, wenn sie, wie der gemeine Mann sagt, Wasser zieht. Gegen das Ende der Erscheinung wurde der Kopf immer kleiner und der Schweif verschwand wieder einige Zeit vor dem Kopfe.

Schon einige Jahre vorher hatten Tycho Brahe und Möstlin die Behauptung aufgestellt, daß die Kometen nicht Meteore seyen, die sich bloß in unserer Atmosphäre erzeugen, sondern daß sie als eigene Himmelskörper betrachtet werden sollen, die sich in Kreisen um die Sonne bewegen. Die gegenwärtige Erscheinung brachte Kepler auf die Idee, daß die Bahnen der Kometen gerade

Linien seyen. Beide Meinungen waren irrig, aber sie sind doch immer als die ersten Schritte zur künftigen Theorie, zu einer eigentlichen Bahnbestimmung dieser Himmelskörper zu betrachten.

Diese Erscheinung gab auch den Astrologen jener Zeit Gelegenheit, ihre Künste zu üben. Im Anfange seiner Sichtbarkeit war Jupiter in Opposition und Merkur in Conjunction mit der Sonne, und am Ende derselben stand Jupiter dem Mars gerade gegenüber am Himmel. Stoff genug, um daraus eine Menge von Vorhersagungen abzuleiten. Am klügsten benahm sich noch Krüger, der, um ganz sicher zu gehen, die Mittelstraße hält, und von Merkur Stürme und Ungewitter, von Jupiter schönes Wetter und von Saturn Krankheiten und anderes Unglück ableiten will, und daher behauptet, daß der Komet sagen wolle, es werde Krieg mit Frieden und Gutes mit Bösem abwechseln.

Die oben nach Keplers Bemerkung angeführte schnelle Verkürzung und Verlängerung seines Schweifes ist sehr merkwürdig, und sie ist auch von Cysatus an dem Kometen von 1618, von Hevel an denen von 1652 und 1661, und erst in unsern Zeiten von Schröter an dem Kometen von 1807 und von Chladni an dem von 1812 bemerkt worden. Die beiden letzten zeigten so schnelle Aenderungen in der Länge des Schweifes, daß die Geschwindigkeit, mit welcher die Lichtmaterie derselben durch den Weltraum fuhr, selbst die des Lichtes bei weitem übertroffen haben müßte. — Noch wollen wir bemerken, daß Gottfried Wendelin aus der von ihm beobachteten Erscheinung des Jahres 1607 diejenige vorauszusagen wagte, welche man in den folgenden Zeiten an ihm bemerken würde. In der Zukunft, sagt Wendelin, wird der Komet wie eine feurige Lanze oder gleich einem flammenden Schwerte erscheinen, das sich in eine feine Spitze endet; sein Licht wird sich kurz vor seinem Untergange auflösen und zerstreuen, ähnlich dem fliegenden Saamen mancher Blumen u. s. Wir werden bald sehen, wie gut oder schlecht Wendelin vor 228 Jahren rathen konnte. Von dem obgleich sehr unansehnlichen Schweife unseres Kometen zur Zeit seiner Erscheinung von 1607 weiß der schon angeführte Krüger, Astronom in Danzig, mancherlei schöne Dinge zu erzählen, von denen wir nur folgendes hier kurz und

mit seinen Worten anführen: „Es haben mehrere befunden, daß „die Kometen ihren schwantz allzeit von der Sonnen hindan ge„wandt, aber obwohlen Tycho vom Kometen d. J. 1577 demon„striret, daß dessen schwantz vielmehr nach der Venere, als nach „der Sonnen sich gerichtet, so bekennet er doch auch, daß er nicht „eingesehen, wie Venus so mächtig seyn solle, daß ihr licht einen „so großen schwantz generiren könne u. s. w.“

§. 172. (Vierte Erscheinung.) Die vierte gewisse Erscheinung des Halley'schen Kometen fällt in das Jahr 1682, und dieß ist, wenn man so sagen darf, die Zeit seiner wissenschaftlichen Geburt. So oft er sich auch bisher den Menschen gezeigt hatte, immer hatte man ihn nur als einen Fremdling angestaunt, als einen Vorboten des Unglücks betrachtet. Zwanzig Jahre früher hatte wohl Hevel die Meinung aufgestellt, daß die Kometen Himmelskörper seyen, die in Parabeln um die Sonne laufen. Aber es war eben nur eine Meinung, die aller Beweise ermangelte und fruchtlos wieder verhallte, so sehr sie auch geeignet seyn mochte, uns der so lange verkannten Wahrheit endlich näher zu führen. Hätte Hevel durch Rechnungen gezeigt, daß man nur seine Hypothese annehmen dürfe, um sofort den Lauf und die Geschwindigkeit der Kometen für jede gegebene Zeit, den Beobachtungen gemäß, zu bestimmen, so wäre Er, und mit Recht, für den eigentlichen Begründer der Kometenlehre angesehen worden. Aber es fehlte viel, dieses hohe Ziel zu erreichen. Diese Palme war, wie so viele andere, dem ersten Menschen seiner und vielleicht aller Zeiten, sie war Newton vorbehalten.

Dieser außerordentliche Mann hatte das Gesetz gefunden, nach welchem sich die himmlischen Körper um die Sonne bewegen, das Gesetz der allgemeinen Schwere, von welchem die drei sogenannten Kepler'schen Gesetze nur ein Ausfluß, eine bloße Folge sind, und nachdem er gezeigt hatte, daß die Planeten in ihren Bewegungen diesem Gesetze gehorchen, wandte er dasselbe auch auf die Kometen, und zwar zuerst auf den großen Kometen von 1680 an, dessen Bahn und Geschwindigkeit er, den Beobachtungen vollkommen gemäß, bestimmte, so daß an der Wahrheit der von ihm aufgestellten Systeme weiter kein Zweifel statt haben konnte.

Halley, Newtons Zeitgenosse und Freund, war der erste, der die neue Lehre aufnahm und sie insbesondere zur weitern Ausbildung der Kometentheorie zu benützen suchte. Seine Absicht ging anfangs nur dahin, die bis zu seiner Zeit eigentlich astronomisch beobachteten Kometen nach Newtons Vorschriften zu berechnen, und dadurch die Richtigkeit dieser Vorschriften zu erweisen. Zu diesem Zwecke berechnete er anfangs 24 Kometenerscheinungen, und da unter diesen auch jene von den Jahren 1531 und 1607 waren, so erkannte er, durch die Aehnlichkeit der Elemente derselben mit der gegenwärtigen von 1682, sofort die Identität dieser drei Kometen. Bisher hatte er alle diese Kometen nur in der abgekürzten, parabolischen Theorie berechnet, die auch in der That hinreichte, die Orte derselben mit den Beobachtungen übereinstimmend darzustellen. Da er aber in den Erscheinungen der drei letztgenannten Jahre eine Periode von nahe 75 Jahren erkannte, so legte er, in einer zweiten Berechnung, denselben die elliptische Hypothese zu Grunde, und fand dadurch seine frühere Bemerkung der Identität dieser drei Kometen vollkommen bestätiget. Anfangs zwar wäre er bald an der bereits erkannten Wahrheit wieder irre geworden, da er diese Periode zwischen den verschiedenen Erscheinungen nicht gleich groß bemerkte. So fand er die Zwischenzeit von den Durchgängen des Kometen durch sein Perihel in den Jahren 1531 und 1607 nur 27352 Tage, während diese Zeit für die Jahre 1607 und 1682 volle 27937 Tage, also 585 Tage mehr betrug, als zuvor. Aber er war scharfsinnig genug, zu finden, daß die ungemeine Nähe, in welcher der Komet bei den zwei großen Planeten Jupiter und Saturn vorübergeht, die Ursache dieser Verschiedenheit gewesen ist, und daß daher die früher vermuthete Identität dadurch nicht aufgehoben werden könne. Ueberdieß fand er in den Jahren 1456, 1380 und 1305, also nahe immer in derselben Zwischenzeit von 75 oder 76 Jahren noch drei andere Erscheinungen, die er zwar, aus Mangel eigentlicher astronomischer Beobachtungen, der strengen Rechnung nicht unterwerfen konnte, die aber, den von ihm gesammelten Nachrichten der Geschichtschreiber jener Zeiten zufolge, immer noch sehr gut zu seiner Hypothese paßten und dieselbe noch weiter zu bestätigen schienen. Er wurde

durch alle diese Untersuchungen seiner Sache endlich so gewiß, daß er mit edler Kühnheit die Wiederkehr desselben Kometen auf das Jahr 1758 ankündigte, die erste Vorhersagung dieser Art, die auch glücklich eingetroffen ist.

§. 173. (Fünfte Erscheinung.) Diese fünfte und letzte Erscheinung unsers Kometen hatte im Jahre 1759 statt, wo er am 12. März durch sein Peribel ging. Halley hatte, nach einer bloßen Schätzung der Wirkungen, welche Jupiter und Saturn auf ihn ausüben könnten, seine Wiederkehr auf das Ende des Jahres 1758 oder auf den Anfang von 1759 angekündiget. Diese Vorhersagung war schon an sich für die Astronomen sehr wichtig, und sie hing überdieß so innig mit dem nur vor Kurzem entdeckten Gesetze der allgemeinen Schwere zusammen, daß sie die Aufmerksamkeit aller Astronomen erregen mußte. Sie suchten ihn bereits seit dem Anfange des Jahres 1757, während Clairaut, der einer der ersten die Theorie der planetarischen Störungen zu entwickeln bestrebt war, sich damit beschäftigte, durch die Analyse die Veränderungen zu bestimmen, welche die Anziehung der beiden genannten Planeten auf ihn gehabt haben konnten. Am 14. Nov. 1758 berichtete er der Academie zu Paris, daß, seinen Rechnungen zufolge, der Komet gegen die Mitte des Aprils 1759 sein Peribel erreichen würde. Er setzte hinzu, daß die Abkürzungen, die er sich bei seinen Rechnungen erlaubt habe, diese Epoche um höchstens einen Monat verspäten oder beschleunigen dürfte, wenn nicht etwa der Komet noch bei einem andern Planeten nahe vorbei gegangen ist, der zu entfernt war, um von uns gesehen zu werden. So nahe seine Vorhersagung auch eintraf, da sie nur einen Monat von der Wahrheit entfernt war, so würde er die Wiederkehr des Kometen zu seinem Peribel noch genauer, nämlich auf den 24. März, nur 12 Tage zu spät, haben ansagen können, wenn er die wahre Masse Saturns, wie sie uns erst später bekannt geworden ist, hätte anwenden können, selbst ohne eine weitere Rücksicht auf die großen Wirkungen des Planeten Uranus, von dessen Existenz man zu Clairaut's Zeiten noch nichts ahnden konnte.

Diese Erscheinung zeichnete sich dadurch aus, daß sie von einem doppelten Verschwinden des Kometen begleitet war. Der

Komet wurde gegen das Ende des Jahres 1758, also vor seinem Perihelium, entdeckt. Um die Mitte Februars näherte er sich, von der Erde gesehen, der Sonne so sehr, daß er endlich in den Strahlen derselben verschwand. Gegen das Ende des März trat er aus derselben wieder mit neuem Glanze hervor und verschwand am 22. April zum zweitenmal, wenigstens für die europäischen Astronomen, weil er so tief unter den Aequator herabstieg, daß er von der nördlichen Hemisphäre der Erde nicht mehr gesehen werden konnte. Am 28. April fing er wieder an, sich aus seinen südlichen Regionen gegen den Aequator zu erheben und für uns neuerdings sichtbar zu werden, bis er endlich in den ersten Tagen des Junius völlig verschwand und sich in die fernen Gegenden des Himmels verlor, wo kein Fernrohr ihn mehr erreichen kann. Der erste, der den Kometen bei dieser Erscheinung bemerkte, war ein Bauer, Palitsch, bei Dresden, der ihn am 25. Dezember 1758 entdeckt hatte. In Paris fand ihn der später als Kometensucher berühmte Messier gegen die Mitte des Januars 1759, der ihn auch eben so fleißig als gut beobachtete. Nach den Nachrichten Messiers hatte er einen beträchtlichen Schweif und einen bedeutenden Kern von weißem, der Venus ähnlichem Lichte. Uebrigens hat man auch Beobachtungen dieser Erscheinung von Cassini de Thury, Maraldi, Lacaille, Lalande und beinahe allen damals lebenden Astronomen. De la Nux, der ihn auf der Insel Bourbon sehr eifrig beobachtete, giebt den Schweif desselben, zur Zeit seiner schönsten Erscheinung, Anfangs Mai, auf 47 Grade Länge an, aber derselbe wurde gegen Ende dieses Monats schon wieder sehr klein und beinahe unmerklich.

Erst spät nach dieser Erscheinung, erst in unseren Tagen wurde dieselbe einer genauen Berechnung, mit Berücksichtigung aller planetarischen Störungen, unterworfen, durch welche Arbeiten sich Burckhardt, und später Damoiseau in Paris und zuletzt Pontecoulant und Rosenberger ausgezeichnet haben. Pontecoulant hat die Elemente dieses Kometen, wie sie für die Zeit der nächstkünftigen Erscheinung (im November 1835) statt haben sollen, auf folgende Weise angegeben:

Länge des Perihels 304° 31′ 43″

Durchgang des Kometen durch das Perihel 7. November 1835

Länge des aufsteigenden Knotens der Bahn 55° 30′ 0″
Neigung gegen die Ecliptik 17° 44′ 24″
Excentricität in Theilen der halben großen Axe 0,96752
Richtung des Laufes retrograd.

Auf diese Elemente hat Hr. Hauptmann Boguslavsky in Breslau eine Ephemeride gebaut, welche den Ort des Kometen vom 14. August bis 12. Nov. 1835 angibt. Man sieht daraus, daß dieser Komet gegen Ende Augusts dieses Jahres Morgens in dem Sternbilde des Stiers erscheint, wo aber seine Distanz von der Erde noch 40 Millionen Meilen betragen, also auch sein Licht noch sehr schwach seyn wird. Da zu dieser Zeit sein Lauf gegen die Erde zu gerichtet ist, so nimmt er schnell an Licht zu. Bald darauf wird er in den Zwillingen erscheinen und immer früher aufgehen. Im September wird er am größten und hellsten glänzen. Am ersten October steht er bei den Vorderfüßen des großen Bären und geht einige Tage nicht mehr auf und unter. Wenn der Komet selbst sich seit seiner letzten Erscheinung nicht sehr verändert hat, so wird sich sein Schweif um diese Zeit vom Hauptthaar der Berenice bis in das bekannte Viereck des großen Bären erstrecken. Von dem 5. October an geht er immer früher unter und erst nach Sonnenaufgang auf; er entfernt sich dabei immer mehr von der Erde und wird bald darauf in den Strahlen der Sonne verschwinden. (Nähere Nachrichten über diese Erscheinung und den Kometen selbst findet man in den „Beiträgen „zu einer Monographie des Halley'schen Kometen von C. L. Littrow, „Wien 1834".)

§. 174. (Komet von Olbers.) Bis zum Jahre 1815 konnte man nur von diesem Halley'schen Kometen die Wiederkunft mit Sicherheit angeben. Allein am 6. März dieses Jahres entdeckte Olbers einen andern, kleinen und unansehnlichen Kometen, und erkannte auch zugleich aus seinen Beobachtungen, daß die Umlaufszeit desselben nahe 75 Jahre betrage. Sein größter Abstand von der Sonne beträgt 33,98 und sein kleinster nur 1,22 Halbmesser der Erdbahn. Seine halbe große Axe ist 17,6 Halbmesser der Erdbahn, und seine Excentricität 0,931 seiner eigenen Halbaxe, oder 16,38 Halbmesser der Erdbahn. Die Neigung seiner Bahn gegen

die Ecliptik beträgt 44 Grade, und die Länge seines aufsteigenden Knotens 83, so wie die Länge seines Perihels 149 Grade. Die Richtung seiner Bewegung ist direct oder von West gen Ost. Auch diese Bahn hat eine solche Lage gegen die Erdbahn, daß der Komet der Erde nie nahe kommen, ihr also auch nie gefährlich werden kann. Daß er früher noch nie gesehen worden ist, rührt ohne Zweifel daher, weil man den kleinen, schwachbeleuchteten Körper nicht bemerkte. Sein nächster Besuch wird erst auf das Jahr 1887 fallen, wo er am 9. Februar durch seine Sonnennähe gehen wird. Wir wünschen, daß ihn dann, von heute über 52 Jahre, noch recht viele unserer Leser sehen und beobachten mögen.

§. 175. (Komet von Encke.) Der dritte Komet, dessen Umlauf uns bekannt ist, wurde von dem berühmten Kometenjäger Pons in Marseille am 26. November 1818 entdeckt. Encke, der ihn einer sehr genauen Rechnung unterwarf, erkannte der erste seine Umlaufszeit von nahe 3 Jahren und 115 Tagen. Er wurde schon früher dreimal, in den Jahren 1786, 1795 und 1805 gesehen und beobachtet, aber ohne daß man seine für einen Kometen doch so auffallende kurze Umlaufszeit bemerkte. Die halbe große Axe seiner Bahn beträgt $2,_2$ und die halbe kleine $1,_2$ Halbmesser der Erdbahn. Die Excentricität derselben ist $0,_{849}$ Halbmesser seiner eigenen Bahn oder $1,_{87}$ Halbmesser der Erdbahn. Demnach beträgt seine größte Entfernung von der Sonne $4,_{07}$, und seine kleinste $0,_{33}$ Halbmesser der Erdbahn. Die Neigung seiner Bahn ist 13, die Länge des aufsteigenden Knotens 335 und die seines Perihels 157 Grade. Seine Bewegung endlich ist direct, wie die aller Planeten.

Dieser Komet gehört zu den kleinen und schwachen Kometen und er hat eine kugelförmige Gestalt ohne merklichen Schweif. Auch er kann der Erde nie nahe kommen und noch weniger mit ihr zusammenstoßen, daher wir von ihm nichts zu fürchten haben. Encke fand durch seine Berechnungen, daß die große Axe seiner Bahn, also auch, nach dem dritten Keplerschen Gesetze (I. S. 288) seine Umlaufszeit immer kleiner wird, eine sehr auffallende Erscheinung, da diese Elemente, wie man weiß, bei allen Planeten

durchaus beständig und auch nicht der geringsten Veränderung unterworfen sind. Encke sucht die Ursache davon in dem Widerstande, welchen der durch den ganzen Weltraum verbreitete Aether, seiner großen Feinheit ungeachtet, einem so lockern und wenig dichten Körper entgegen setzt, während derselbe auf die viel dichteren Planeten keinen für uns merkbaren Einfluß ausübt.

Auf den ersten Blick könnte es sonderbar scheinen, daß der Widerstand eines solchen Mittels, in welchem sich ein Körper bewegt, die Geschwindigkeit desselben beschleunigen soll, denn das thut sie, wenn dadurch der Halbmesser der Bahn kleiner, oder wenn der Komet der Sonne näher gerückt wird, allein man wird sich erinnern, daß auf einem um die Sonne gehenden Himmelskörper immer zwei Kräfte wirken: die anziehende Kraft dieser Sonne und die Tangentialkraft, die von einem ursprünglichen Stoße herrührt, welchen der Komet im Anfange seiner Bewegung erhalten hat. Nach der letzten Kraft bestrebt sich der Komet, in jedem Augenblicke nach der geradlinigen Tangente seiner Bahn fortzugehen, von welcher er, durch die erste Kraft, immer wieder gegen die Sonne abgelenkt oder der Sonne genähert wird. Die Gesammtwirkung beider Kräfte macht ihn dann in der krummen Bahn fortgehen, die er in der That um die Sonne beschreibt. Durch den Widerstand jenes Mittels wird nun ihre Tangentialkraft offenbar vermindert, und das ist, da es sich hier nur um die Verhältnisse beider Kräfte handelt, ganz eben so viel, als ob die Attractionskraft der Sonne vermehrt worden wäre, so daß also die Sonne, wegen jenes Mittels, ihn stärker anziehen, ihn näher zu sich ziehen und eben dadurch auch seine Geschwindigkeit vermehren oder seine Umlaufszeit vermindern muß. Wenn die Bahn des Kometen eine feste, Kanal-ähnliche Bahn wäre, wenn z. B. eine Kugel von Metall oder Elfenbein sich in irgend einer krummen Röhre bewegte, so ist kein Zweifel, daß sie sich in dem leeren Raume dieser Röhre schneller, als in einer mit Luft oder Wasser gefüllten Röhre bewegen würde, so daß also hier der Widerstand des Wassers in der That eine Verzögerung, und nicht, wie dort, eine Beschleunigung der Geschwindigkeit des Körpers hervorbringen würde. Allein die himmlischen Körper

bewegen sich in keinen solchen festen Kanälen, sondern bloß in imaginären Bahnen, die nachgeben oder sich ändern, sobald irgend eine äußere Kraft auf den Körper einwirkt, welcher in dieser Bahn einhergeht.

Außer den vier bereits erwähnten Erscheinungen haben wir diesen Kometen auch schon in den Jahren 1822, 1825, 1828, 1832 gesehen, in welchem letzten Jahre er am 4. Mai durch sein Perihelium gegangen ist. Wir werden ihn im folgenden Jahre 1835 zu Ende Augusts und dann 1838 gegen den 20. Dezember wieder durch sein Perihelium gehen sehen.

§. 176. (Komet von Biela.) Der vierte und letzte Komet, welchen Biela, ein österreichischer Offizier, am 28. Februar 1826 zu Josephsstadt in Böhmen entdeckt und auch zugleich seine Umlaufszeit zu 6 Jahren und 270 Tagen bestimmt hat. Seine halbe große Axe beträgt 3,6 und seine halbe kleine 2,4 Halbmesser der Erdbahn. Die Excentricität seiner Bahn ist der 0,74ste Theil seiner halbaxe oder gleich 2,66 Halbmesser der Erdbahn, so daß also seine größte Entfernung von der Sonne 6,26 und seine kleinste nur 0,94 Halbmesser der Erdbahn beträgt. Die Neigung seiner Bahn gegen die Ecliptik ist 13, die Länge seines Perihels 108 Grade. Auch dieser Komet wurde bereits in den Jahren 1772 und 1805 beobachtet, aber damals nicht als einer von so kurzer Umlaufszeit erkannt. Er erschien uns bisher nur als ein kleiner, runder, matt erleuchteter Nebel ohne Schweif mit einem feinen Lichtpunkte in seiner Mitte. Der Durchmesser dieses kugelförmigen Nebels soll, nach Schröters Messungen im Jahre 1805, nahe 5½ Erddurchmesser oder 9460 d. Meilen betragen haben. Der eigentliche Kern des Kometen aber soll, nach demselben Beobachter, kaum 20 Meilen im Durchmesser enthalten. Das letztemal ist er uns i. J. 1832 erschienen, wo er am 27. Nov. durch sein Perihelium gegangen ist. Bei seiner nächsten Wiederkunft i. J. 1838 werden wir ihn gegen Ende Octobers wieder sehen.

§. 177. (Gefährliche Lage von Biela's Kometenbahn.) Wenn man in der Zeichnung der Fig. 13, in welcher alle die vier bisher

erwähnten Kometenbahnen sammt jenen der Planeten dargestellt sind, die Lage zweier Planetenbahnen, z. B. die des Jupiter und der Erde mit einander vergleicht, so sieht man auf den ersten Blick, daß diese beiden Bahnen in allen ihren Punkten sehr weit von einander entfernt sind, und daß daher eine Begegnung oder auch nur eine starke Annäherung dieser beiden Planeten für alle künftige Zeiten ganz unmöglich ist, so lange nicht eine oder beide Bahnen eine völlige Aenderung erleiden. Eben so verhalten sich auch die meisten Kometenbahnen unter sich sowohl, als auch gegen die Planetenbahnen. Noch vor wenig Jahren kannte man keine einzige Kometenbahn, welche der eines andern Planeten oder Kometen so nahe gekommen wäre, daß man einen Durchschnitt beider Bahnen befürchten könnte. Zwar scheint es in derselben Zeichnung, als ob die erwähnten vier Kometenbahnen mehrere Planetenbahnen durchschnitten. Aber in dieser Zeichnung ist die Neigung dieser Kometenbahnen gegen die Ebene der Ecliptik, der größeren Einfachheit wegen, nicht ausgedrückt worden, so daß daher die Linien, welche hier einander zu durchschneiden scheinen, weit über oder unter einander liegen, und daher noch sehr weit von einander entfernt sind. Um sich davon zu überzeugen, ziehe man nur die geraden Linien durch die Sonne, welche die oben bei diesen Kometen angezeigten Knotenlinien ihrer Bahnen angeben. Bei Encke's Kometen z. B. fällt der aufsteigende Knoten in die Länge von 335 Graden, also sehr nahe in sein Aphelium. Dieses letzte liegt aber, wie die Zeichnung zeigt, mitten zwischen der Mars- und Jupitersbahn, und selbst weit jenseits von den Bahnen der vier neuen Planeten. Da nun die Planeten beinahe alle sich nahe in der Ebene der Ecliptik bewegen, so kann ein Komet denselben nur dann im Allgemeinen nahe kommen, wenn sein Knoten, der ebenfalls in der Ecliptik liegen muß, der Planetenbahn nahe liegt. Da dieß hier nicht der Fall ist, so kann auch kein Zusammenstoßen des Kometen mit einem Planeten zu befürchten seyn, indem die übrigen Punkte der Bahn, außer den beiden Knoten, sämmtlich schon zu weit über oder unter der Planetenbahn liegen. In dem absteigenden Knoten der Bahn des Encke'schen Kometen ist eine solche Annäherung schon eher zu befürchten. Er

kömmt nämlich in seinem absteigenden Knoten, der nahe in sein Perihelium fällt, wie die Zeichnung zeigt, der Bahn des Merkur sehr nahe. Wenn daher einmal in der Folge der Zeiten der Komet eben durch sein Perihelium geht, während Merkur zugleich in dem diesem Punkte nächsten Theile seiner Bahn sich aufhält, so ist, zwar kein Zusammenstoßen, wie man sieht, aber doch eine beträchtliche Annäherung beider Weltkörper vorauszusehen, und die Astronomen, die dieses schon längst bemerkt haben, wünschen ein solches Ereigniß recht bald zu sehen, weil sie eben dadurch Gelegenheit zu erhalten hoffen, die noch immer nicht genau bekannte Masse Merkurs durch die Störungen besser zu bestimmen, welche dieser Planet dann auf dem ihm so nahen Kometen ausüben wird.

Ganz anders verhält sich aber die Sache mit Biela's Kometenbahn. Zieht man auch hier die Knotenlinie durch die Sonne, die nach dem Vorhergehenden, durch die beiden Punkte 69° und 249° der Länge geht, so sieht man, daß der absteigende Knoten dieser Bahn, der in die Länge von 69 Graden fällt, sehr nahe an die Erdbahn zu liegen kömmt, woraus folgt, daß dieser Komet selbst einmal der Erde sehr nahe kommen kann, wenn er nämlich zu derselben Zeit durch seinen absteigenden Knoten geht, während welcher die Erde in demjenigen Theile ihrer Bahn sich aufhält, der diesem Knoten so ungemein nahe liegt. Es fehlt, wie die Zeichnung, und noch genauer die Rechnung zeigt, nicht viel, daß in diesem Punkte beide Bahnen einander schneiden. Wenn daher einmal der Komet und die Erde zu gleicher Zeit in diesem ihren beiden Bahnen gemeinschaftlichen Punkte eintreffen sollten, so würden sie sich daselbst begegnen, sie würden an einander stoßen und die Folgen eines solchen Conflictes, ja schon die einer sehr starken Annäherung, würden wahrscheinlich für uns nicht die erfreulichsten seyn.

Um dieß noch besser zu übersehen, hat man in Fig. 19 die Bahn der Erde abc, die des Encke'schen Kometen def, und endlich die des Biela'schen Kometen aeg in ihrer wahren gegenseitigen Lage verzeichnet. Die Brennpunkte aller drei Bahnen gehen durch die Sonne S. Die beiden Kometenbahnen sind gegen

die Ecliptik, welche hier durch die Erdbahn oder durch die Ebene des Papiers dargestellt wird, unter dem Winkel von 13 Graden geneigt, und man sieht von diesen zwei Kometenbahnen denjenigen Theil, der über der Ebene der Ecliptik liegt; der aufsteigende Knoten der Encke'schen Bahn ist in f, der absteigende in d, während der aufsteigende Knoten der Biela'schen Bahn in h und der absteigende in a liegt.

Man sieht aus dieser Zeichnung, daß die Bahn des Biela'schen Kometen die Erdbahn in ihrem absteigenden Knoten a schneidet, und daß daher, wenn in der Folge der Zeiten dieser Komet und die Erde zu gleicher Zeit in diesem Punkte a ankommen sollten, ein Zusammenstoß beider Weltkörper herbeigeführt werden würde. In dem aufsteigenden Knoten h der Biela'schen Bahn ist dergleichen offenbar nicht zu besorgen, da dieser Punkt h der Kometenbahn sehr weit von allen Punkten der Erdbahn a b c entfernt ist. Dasselbe gilt auch von den beiden Knoten d und f der Encke'schen Bahn, von welcher der eine d wohl innerhalb der Erdbahn, aber doch auch, so wie der andere f, immer sehr weit von der Peripherie a b c der Erdbahn absteht, in welcher letzten allein sich die Erde bewegt.

Allein nicht bloß mit der Erde kann der Biela'sche Komet einmal zusammentreffen, sondern auch, wie schon der bloße Anblick der Zeichnung zeigt, mit dem Encke'schen Kometen; diese beiden Kometenbahnen schneiden sich nämlich in dem Punkte e, der beiden Bahnen gemeinschaftlich ist. Wenn man auf die oben angeführten Elemente dieser beiden Kometenbahnen die Rechnung anwendet, so findet man für die gemeinschaftliche Durchschnittslinie S e dieser zwei Bahnen den Winkel $dSe = 47^\circ\ 15',_9$ und $hSe = 132^\circ\ 2',_4$. Daraus folgt, daß die Entfernung dieser beiden Kometen von der Sonne, wenn sie durch jenen gemeinschaftlichen Punkt e gehen, für den Encke'schen $1,_{599}$ und für den Biela'schen $1,_{532}$ Halbmesser der Erdbahn beträgt. Eine geringe Veränderung dieser Elemente, wie sie durch die Störungen der benachbarten Planeten leicht herbeigeführt werden kann, würde diese beiden nahe gleichen Entfernungen völlig gleich und dadurch ein Zusammenstoßen derselben möglich machen. Der Punkt des

Himmels, in welchem diese Begegnung der zwei Kometen statt finden kann, hat, von der Sonne aus gesehen, die Länge $21^{\circ},_{0}$ und die nördliche Breite $9^{\circ},_{8}$ und er ist von dem ihm nächsten Puncte der Erdbahn nur $0,_{635}$ Halbmesser dieser Bahn oder nur 15300 Erdhalbmesser verschieden, so daß unsere Nachkommen, wenn jene Begegnung der beiden Kometen um die Mitte des Octobers sich ereignen sollte, das seltene, ja bisher noch nie gesehene Schauspiel des Kampfes und vielleicht der gegenseitigen Zerstörung dieser Himmelskörper erblicken würden.

§. 178. (Starke Annäherung des Biela'schen Kometen zur Erdbahn i. J. 1832.) Aber so interessant auch ein solches Schauspiel seyn mag, so liegt doch der Conflict des Biela'schen Kometen mit unserer eigenen Erde uns und unserem eigenen Interesse noch viel näher, als daß wir uns nicht vorzugsweise mit diesem beschäftigen und vor allem zusehen sollten, was wir für uns selbst von ihm zu fürchten haben.

Dieser fatale Komet war schon im Jahre 1826 der Erdbahn ziemlich nahe gekommen, indem er nur etwa doppelt so weit, als der Mond, von derselben abstand. Allein am 29. October 1832 war dieser Komet nur mehr $2^{1}/_{3}$ Erddurchmesser oder dreizehnmal weniger, als der Mond, von der Erdbahn entfernt und vielleicht noch bedeutend weniger, da die Elemente desselben noch keineswegs so genau bekannt sind, um die Distanz des Planeten von der Erde mit großer Schärfe angeben zu können. Von der Erdbahn, sage ich, aber nicht von der Erde selbst, welche letzte zu jener Zeit noch sehr weit von dem Punkte ihrer Bahn, wo der Komet dieser Bahn am nächsten kam, und zwar über dreizehn Millionen Meilen entfernt war. Eine solche Zusammenkunft der Erde selbst mit dem Kometen kann immer nur, wenn sie sich je ereignen sollte, in den letzten Tagen des Novembers statt haben und zu dieser Zeit war i. J. 1832 der Komet schon wieder der Erde sehr weit vorausgeeilt. Die Furcht, welche sich damals vor diesem Kometen verbreitete, war daher durchaus grundlos, wie auch der Erfolg zeigte.

Ueberhaupt ist ein solches Zusammentreffen dieses Kometen mit der Erde nur in solchen Jahren möglich, wo der Komet erst

in den letzten Tagen des Dezember durch sein Perihelium geht. Dieß geschieht aber nicht während dem ganzen Laufe des gegenwärtigen Jahrhunderts Erst i. J. 1933 fällt das Peribel des Kometen auf den letzten, und i. J. 2115 auf den 26. Dezember, allein dann können die Aenderungen und Störungen, welche seine Bahn in einer so langen Zwischenzeit erlitten hat, leicht alle Gefahr für die Erde vermindert oder auch wohl ganz entfernt haben. Da übrigens nicht nur die ganze Nebelhülle, sondern selbst der sehr kleine Kern desselben nur ein mattes Licht hat und sehr schlecht begränzt ist, so scheint der ganze Körper dieses Kometen bloß aus einem leichten Dunstgewebe zu bestehen, das kaum mit unsern Wolken zu vergleichen seyn möchte, so daß wir ein Zusammentreffen mit denselben vielleicht nicht einmal bemerken würden. Von dem Schweife aber und den verderblichen Dünsten desselben, von welchen man uns, ich weiß nicht welche schädlichen Folgen, vorerzählt hatte, haben wir durchaus nichts zu fürchten, aus dem einfachen, aber hier wohl hinreichenden Grunde, weil er gar keinen Schweif hat.

§. 179. (Was hat die Erde überhaupt von den Kometen zu fürchten?) Aber wenn wir nun auch der Besorgniß vor diesen Kometen überhoben seyn sollten, was haben wir von den andern zu hoffen oder zu fürchten? — Ihrer sind, wie wir oben gesehen haben, sehr viele, und sie schwärmen in allen Richtungen um die Erde herum. Wie leicht wäre es da möglich, daß einer derselben der Erde begegnete, und daß er dann, wenn seine Masse beträchtlich ist, große Verwüstungen auf ihr erzeugen, ja am Ende die ganze Erde selbst zerstören, oder mit sich in die ungemessenen Räume des Himmels fortreißen könnte. Wenn ein solcher der Erde begegnende Komet, oder wenn auch nur sein Kern eine feste Masse und von einer, in Beziehung auf unsere Erde, beträchtlichen Größe ist, so muß man allerdings gestehen, daß ein Zusammenstoßen desselben mit der Erde für uns sehr verderbliche Folgen haben könnte, besonders wenn sie sich in entgegengesetzten Richtungen begegnen, und wenn die Richtung ihres Stoßes auf die Oberfläche der beiden Körper senkrecht stehen sollte.

Hören wir, was Laplace, einer der größten Geometer unserer

Zeit, über die Folgen eines solchen Zusammentreffens sagt. „Dem Schrecken, welchen früher die Erscheinung eines Kometen in abergläubischen Gemüthern verbreitete, folgte in unsern Tagen die Besorgniß, daß einer dieser zahllosen Himmelskörper, welche in allen Richtungen das Planetensystem durchkreuzen, an die Erde stoßen und die Lage ihrer Axe verändern möchte. Es ist nicht schwer, sich die Folgen eines solchen Zusammenstoßes vorzustellen. — Die Axe und die Umwälzungszeit der Erde (die Länge des Tages) würden allerdings eine Aenderung erleiden; die Meere würden ihr altes Lager verlassen, um sich gegen den neuen Aequator hinzustürzen; ein großer Theil der Menschen und Thiere würden in dieser allgemeinen Wasserfluth oder auch durch den heftigen Stoß, den die Erde erhalten hat, zu Grunde gehen; ganze Geschlechter von lebenden Wesen würden ihren Untergang finden und alle Denkmäler des menschlichen Fleißes und Kunstsinnes würden vernichtet werden u. s. f.“

Dieses Gemälde ist finster genug, aber nicht übertrieben. Wer von uns hat nicht schon selbst die Erfahrung gemacht, daß man, in einem schnell fahrenden Wagen, wenn die Pferde plötzlich stille stehen, oder wenn der Wagen an ein nicht zu überwindendes Hinderniß stößt, von seinem Sitze gleichsam vorwärts gestoßen wird, und zwar desto heftiger, je größer die Geschwindigkeit des Wagens war, die durch jenes Hinderniß aufgehoben oder gestört worden ist. Ganz dieselbe Erfahrung, nur in einem viel größern Maaßstabe, würden wir auch zu machen Gelegenheit haben, wenn wir einmal mit einem Kometen zusammenstoßen sollten. Unsere Erde ist in der That einem Wagen zu vergleichen, in welchem wir alle um die Sonne herum fahren, und zwar mit einer so großen Schnelligkeit, daß wir in jeder Stunde gegen 17000 Meilen, also 120 mal mehr als eine Kanonenkugel zurücklegen, wenn sie eben aus der Mündung des Geschützes tritt. Wenn nun diese Erde an einen Kometen von solider Masse anstoßen sollte, so würden wir und alles, was in dem großen Wagen Bewegliches ist, die Gewässer der Flüsse und Meere, unsere Häuser selbst und unsere Felsen, gegen den gestoßenen Punkt der Erde hinstürzen und gleichsam vorwärts fallen; der ganze Ocean würde sein Gestade verlassen und von allen Seiten an jenen Ort hineilen, auf sei-

nem Wege alle Menschen und Thiere verschlingen, unsere Städte und Wälder niederreißen, alle Länder überschwemmen und selbst die höchsten Gegenden mit seinen schäumenden Fluthen bedecken. Die wahrhaft gräßlichen Folgen einer solchen Katastrophe mögen die Leser sich selbst zu schildern suchen.

§. 180. (Gründe gegen diese Besorgnisse.) Alle die fürchterlichen Ereignisse, denen wir entgegen gehen sollen', beruhen aber auf der Voraussetzung, daß der Komet, welcher die Erde treffen werde, ein dichter, fester und in Beziehung auf die Erde auch ein beträchtlich großer Körper sey. Wir haben aber bereits im Vorhergehenden mehr als einmal Gelegenheit gehabt, zu bemerken, daß die Kometen mit eigentlich festen Körpern ganz und gar keine Aehnlichkeit zu haben scheinen. Wir sehen sie alle nur als leichte Wolken, als schwache, mattbeleuchtete Dünste, als bloße Luftgebilde, von welchen, jene fürchterlichen Folgen abzuleiten, durchaus kein Grund vorhanden ist.

Wenn aber selbst ein Zusammentreffen mit diesen Körpern für uns wahrscheinlich ohne alle verderbliche Folgen statt haben kann, so wird von einem bloßen näheren Vorübergange eines Kometen noch weniger zu besorgen seyn, schon aus der Ursache, weil die Bewegung dieser Himmelskörper so äußerst schnell ist, daß sie, selbst wenn sie uns einige Augenblicke sehr nahe kommen können, schon nach wenigen Stunden sehr weit von uns entfernt seyn müssen, und daß daher auch ihre Einwirkung auf uns, wegen der ungemein kurzen Dauer ihrer größeren Anziehung, dadurch sehr verringert werden muß. Ein Komet, dessen kürzeste Entfernung von der Sonne gleich dem Halbmesser der Erdbahn ist und der daher in seinem Perihelium die Erde treffen könnte, hat in diesem Punkte seiner Bahn eine Geschwindigkeit, die ihn in einer Stunde schon durch 21000 Meilen treiben würde, eine Geschwindigkeit, welche die einer Kanonenkugel schon 230 mal übertrifft. Aber noch viel größer ist, wie wir schon oben gesehen haben, die Geschwindigkeit mancher anderen Kometen, die in ihrem Perihelium der Sonne viel näher kommen.

§. 181. (Aeltere Meinungen von den Kometen.) Unsere Vorgänger, welche die Bahnen der Kometen, die sie, gleich den Pla-

neten, nach denselben Gesetzen zurücklegen, nicht kannten, und sie daher auch weder beobachten, noch berechnen konnten, unterhielten sich größtentheils damit, ihre Meinungen von der Entstehung und Bedeutung derselben aufzustellen; — Meinungen, die zuweilen, was sehr viel ist, noch etwas abgeschmackter ausfielen, als die, welche einige unserer Naturphilosophen erst in unseren Tagen aufgestellt haben. Wir wollen hier nur einige derselben mit der Kürze, die sie so sehr verdienen, näher anführen.

Plinius, der Büffon des Alterthums, zählt zwölf Gattungen von Kometen auf, deren jede ihre besondere Eigenschaft hat: die mähnenförmigen sollen sehr geschwind laufen, die lanzenförmigen sehr blassen Ansehens seyn, die Haarkometen am längsten sichtbar bleiben und was dergleichen sinnreiche Bemerkungen mehr sind.

Aristoteles brachte, nach seiner bekannten Präcision, diese zwölf Klassen auf zwei zurück: die bärtigen und die geschwänzten Kometen, wodurch die Wissenschaft allerdings sehr viel gewinnen mußte.

Der gelehrte Plutarch, der auch über Astronomie schrieb, obschon er nichts davon verstand, behauptete ganz dreist, daß die Kometen nichts Reelles, sondern bloß ein Reflex des Sonnenlichts, von anderen Himmelskörpern zurückgeworfen, sind. Einige andere griechische Philosophen hielten die Kometen für eine Art von Coagulation der Fixsterne, die, wenn sie sich zufällig nahe kommen, wie geronnene Milch in einander fließen. Der bereits erwähnte Stagyrit erklärte sie für bloße Ausdünstungen der Erde, für Exhalationen der Klüfte und Höhlen, die in unserer Luft aufsteigen, sich eine Zeit lang daselbst herumtreiben und dann wieder verschwinden.

Nachdem man im Anfange des 17ten Jahrhunderts mit dem neuerfundenen Fernrohre nebst andern himmlischen Erscheinungen auch die Sonnenflecken entdeckt hatte, wurden die Kometen sofort für einerlei Ursprunges mit diesen Flecken, für bloße Ausdünstungen der Sonne gehalten, welche sie, wie unbrauchbare Schlacken von sich würfe. Hevel in Danzig, der das Fernrohr

für ein sehr trügerisches Instrument hielt und es auch aus dieser Ursache nie gebrauchen wollte, eiferte gewaltig gegen diese Ansicht, die er als sehr thöricht verschrie, und wollte dafür die Kometen als bloße Ausdünstungen der Planeten betrachtet wissen. Kepler hielt sie, wohl nur in einer jener Stunden, in welchen er sich so gern den lebhaften Spielen seiner Phantasie zu überlassen pflegte, für Ungeheuer, die in den oberen Regionen der Luft, wie die Wallfische im Meere, herumschwimmen und sich von den bösen Dünsten nähren, welche zuweilen die Sonne verfinstern und unsere Atmosphäre vergiften sollen, daher sie denn auch, wenn sie sich der Erde zuweilen nähern, diese Dünste über sie ausathmen und Mißwachs und pestartige Krankheiten verursachen. Andere sogenannte Astronomen behaupteten, daß die Kometen böse Dünste seyen, die sich im Weltraume sammeln und dann von der Sonne angezogen werden, wo sie, wie in einem Kessel ausgekocht, nach ihrer Reinigung, als Planeten am Himmel glänzen. Claudius Comirs läßt sie im Gegentheile aus der Sonne entstehen, und von derselben wie Schaumblasen aus einem Schmelzofen, in die Höhe steigen, wo sie sich dann so lange erhalten, bis sie platzen. Fromond sah sie als Vorboten des Untergangs der Aristotelischen Philosophie an, die damals, am Ende des 16ten Jahrhunderts, bereits in ihren letzten Zügen lag. Licetus war der Ansicht, daß die Feuersäule, welche die Juden durch das rothe Meer führte, ein Komet gewesen sey, der dem israelitischen Volke als Fackelträger zugegeben wurde. Damascenus sagt, cometas a Deo creari et moveri, quo libuerit, per angelos ad terrendos mortales, eine Meinung, die Tannerus eine opinionem christiano philosopho perquam dignissimam nennt. Auf eine analoge Weise läßt der spanische Mönch Valderama die Kometen durch eigene böse Geister aus dem Höllenpfuhle herauf treiben, um dem sündigen Menschengeschlechte einen heilsamen Schrecken einzujagen.

Ich könnte leicht noch eine gute Anzahl dergleichen Dinge anführen, wenn nicht zu besorgen wäre, daß die Leser bereits eben so müde sind, sie anzuhören, als ich sie zu erzählen. Die meisten dieser Absurditäten vereinigen sich dahin, daß die Kometen Unglückspropheten sind und daß sie sich vorzüglich gern mit dem

Schicksale der großen Herren, das heißt Derjenigen abgeben, die sich von jeher um sie am wenigsten bekümmert haben. Der Glaube, daß die Kometen Unglück bedeuten, scheint so alt zu seyn, als das Menschengeschlecht selbst. Wo immer Krieg, Krankheit, Erdbeben, Ueberschwemmungen u. dgl. statt hatten, da waren es auch die Kometen, welche die Schuld daran tragen mußten. Besonders stark in diesem Glauben waren die Römer, die überhaupt zu den abergläubischsten Völkern der Erde gezählt werden müssen. Ihre Schriftsteller, selbst die berühmtesten, sind voll von den Vorbedeutungen, welche die Kometen mit sich führen sollen. Cicero, der sich doch sonst so klug dünkte, versichert ganz ernsthaft, daß alle Kometen Kriege und Bürgerzwiste bedeuten. Auch Plinius d. A. nennt sie terrifica et non leviter saeva sidera und meint, daß besonders die dreieckigen nicht viel taugen und sehr boshafter Natur sind. Seneca, der an einem andern Orte (Nat. Hist. Lib. VII. 13) so richtige und für seine Zeiten in der That ganz unerwartete Ideen von ihnen mittheilt, erklärt doch, daß sie alle sehr tückische Wesen seyen, da sogar derjenige, der laetissimo Neronis imperio erschien, und der also unter einem so guten und vortrefflichen Fürsten nichts als Wohlthaten hätte bringen sollen, cum ne hic quidem Cometis veterem detraxerit infamiam. Noch bezeichnendere Stellen findet man in den römischen Dichtern, Virgil, Claudian, Tibull, u. a., die alle die Bosheit der Kometen nicht nachdrücklich genug beschreiben können. Aber auch die eigentlichen Geschichtschreiber wollten nicht hinter jenen zurückbleiben, und Thucydides, Sueton, Josephus Flavius u. a. erzählen uns eine Menge Unglücksfälle, die durch Kometen angezeigt oder selbst bewirkt worden seyn sollen. Wer Lust an solchen Mährchen hat, kann sie in des berühmten Jesuiten Riccioli's Werke (Almagestum novum) oder in des bereits oben erwähnten Lubienietz Theatrum cometicum selbst nachsehen.

Aber auch selbst die eigentlichen und unter ihnen sehr ausgezeichnete Astronomen haben sich von diesen, die Menschen so lange beherrschenden Vorurtheilen nicht ganz frei halten können, wie der folgende Auszug aus einem Aufsatze zeigt, den D'Alembert in der Encyclopédie française eingerückt und die erst im Jahr 1815

ein nicht minder geschätzter deutscher Astronom in dem von ihm herausgegebenen Almanache wieder aufgenommen hat. Die Rede ist von dem großen, schon oben erwähnten Kometen des Jahres 1680, von welchem noch zu Newtons Zeiten der berühmte Whiston in einem eigenen, nicht kleinen Werke die Noachische Sündfluth abgeleitet hat. Beide oben erwähnte Astronomen setzen mit Whiston voraus, daß die Umlaufszeit dieser Kometen 575 Jahre betrage und auf diese Voraussetzung bauen sie ihre ganze Hypothese. Geht man, sagen sie, von dem Jahre 1680 um acht seiner Perioden, d. h. um 4600 Jahre zurück, so fällt man auf das Jahr 2916 vor Chr., auf welche Zeit die meisten unserer Chronologen die Sündfluth setzen. Von da zwei Perioden vorwärts, gelangt man zu dem Jahre 1767 v. Ch., wo uns neuerdings eine große Ueberschwemmung begegnet, nämlich die des Ogyges, des Urvaters der alten Griechen, von dem seine Nachfolger desto mehr erzählen konnten, je weniger sie von ihm wußten. Die dritte Erscheinung dieses Kometen fällt auf das Jahr 1192 vor Chr., in welchem nach der, allerdings noch ganz unverbürgten Rechnung einiger unserer Chronologen, der trojanische Krieg angefangen haben soll. Die vierte Erscheinung trifft in das Jahr 617 vor unserer Zeitrechnung oder in die Zeit der Zerstörung Ninive's, wo der große Komet gesehen wurde, von welchem in den sibyllinischen Büchern geschrieben steht — was meine Leser selbst darin nachschlagen mögen. Die fünfte fällt auf d. J. 43 v. Chr., also in das Todesjahr des C. J. Cäsar, von dessen Zusammenhang mit den Kometen wir schon oben gesprochen haben. Die sechste i. J. 531 nach Chr. beleuchtete den Anfang der thatenreichen Regierung Justinians I. des Gesetzgebers. Die Kriege, Erdbeben und die verheerenden Seuchen, welche er dießmal mit sich brachte, sind umständlich genug in den Werken des Procopius, des Secretärs des großen Belisar, zu lesen. Die siebente Erscheinung fiel in das Jahr 1106, in dem Anfange der Kreuzzüge, wo Christen und Türken ihn mit gleichem Rechte als den Vorboten des Untergangs der Ungläubigen ansahen. Die achte fiel in das Jahr 1680, in die Zeit, die Newton mit dem Lichte seines Geistes erhellte, ohne übrigens die althergebrachten Vorurtheile von der Bedeutung dieser Himmels-

körper zerstören zu können, da Milton, Newtons Zeitgenosse, in seinem verlorenen Paradiese, von dem Kometen sagen konnte:

From its horrid hair
Shakes pestilence and war.

Der neunte Besuch endlich soll in das Jahr 2255 fallen, wo vielleicht der Genius der Kultur seine Fackel über Europa ausgelöscht haben wird und wo wir nähere Nachrichten über ihn von den Geschichtschreibern und Astronomen der jetzigen Wilden in Neuholland oder in Nukahiba erhalten werden.

Und was sollen wir indessen von allen diesen artigen Zusammenstellungen des Kometen mit den Ueberschwemmungen, Kriegen, Kreuzzügen u. s. w. halten? — Sie sind, wie gesagt, auf die Voraussetzung gebaut, daß die Umlaufszeit des Kometen 575 Jahre beträgt. Und wie steht es mit dieser Voraussetzung, die man, der Himmel weiß, woher abgeleitet hat? — Wenige Worte werden genügen, diesen Tändeleien, denn anders sind sie nichts, ein Ende zu machen. Erst in unseren Tagen hat einer der geschicktesten deutschen Astronomen die sämmtlichen Beobachtungen des großen Kometen von 1680 einer strengen und sehr genauen Rechnung unterworfen und gefunden, daß seine Umlaufszeit, nicht 575, sondern volle 8800 Jahre beträgt. Mit dieser einzigen Bemerkung verschwindet daher die Basis, auf der man das ganze luftige Gebäude errichtet hat und mit ihr also auch das Gebäude selbst:

And all, which it inherit, shall dissolve,
And like the baseless fabric of a vision
Leave not a wrak behind. (Shak.)

§. 182. (Einfluß der Kometen auf die Temperatur der Witterung.) Wenn aber diese Himmelskörper mit Kriegen und Ueberschwemmungen nichts gemein haben sollen, so könnten sie vielleicht doch auf unsere Witterung und dadurch auf die Temperatur und Fruchtbarkeit der Erde ihre Wirkungen äußern? — Dieser Glaube ist in der That nicht minder allgemein, als jener. Wir wollen sehen, ob er auch eben so gut begründet ist.

Erfahrungen müssen hier entscheiden. Hier sind sie. In dem folgenden Zeitraume von 153 Jahren sind diejenigen angegeben,

in welchen ein Komet erschien und in welchen zugleich der Sommer sehr warm oder der Winter besonders kalt war.

Heißer Sommer oder Warmer Winter	Kalter Sommer oder Strenger Winter
1632	1665
1682	1680
1689	1683
1701	1684
1702	1695
1704	1699
1718	1706
1723	1718
1737	1729
1748	1744
1764	1766
1769	1771
1774	1784
1781	1785
1783	

Diese Tafel zeigt also in 153 Jahren 15, wo die Kometen große Wärme und 14, wo sie große Kälte gebracht haben. Und was folgt daraus? — Doch wohl, daß sie weder Wärme noch Kälte bringen, oder daß der Einfluß der Kometen auf unsere Temperatur, wenn er überhaupt besteht, für uns ganz unmerkbar ist.

Wir haben bereits oben (I. S. 209) von der mittleren Temperatur der verschiedenen Orte der Oberfläche der Erde gesprochen und gesagt, wie man dieselbe durch die Beobachtungen am Thermometer finden könne. Sehen wir nun zu, ob diese mittlere Temperatur mit der Erscheinung der Kometen in irgend einem Zusammenhange steht.

Auf der Sternwarte in Wien beobachtet man seit nahe sechzig Jahren täglich dreimal den Stand des Thermometers, woraus man dann, nach dem oben Gesagten, die mittlere Temperatur jedes Jahrs durch Rechnung ableitet. Ich gebe hier der Kürze wegen nur die letzten 28 Jahre mit ihren mittleren Temperaturen

nach Reaumür und mit der Anzahl der in diesen Jahren erschienenen Kometen.

	mittl. Temp.	Kometen		mittl. Temp.	Kometen
1800	+ 8,9	0	1809	+ 8,4	0
1801	9,2	1	1821	9,2	1
1802	9,2	1	1822	9,7	3
1803	7,8	0	1823	8,0	1
1804	8,1	1	1824	9,1	2
1805	7,1	2	1825	8,4	4
1806	9,3	1	1826	8,3	5
1807	9,3	1	1827	8,5	3
1808	8,0	4	1828	8,3	0

Im Mittel aus allen an dieser Sternwarte angestellten Beobachtungen ist die jährliche mittlere Temperatur Wiens gleich + 8,6. Nimmt man nun die Jahre unter 8,2 für kalte und die über 9,0 für heiße Jahre an, so findet man aus der vorhergehenden Tafel

7 heiße Jahre mit 10 Kometen
5 kalte — — 8 —
6 mittl. — — 12 —

oder mit anderen Worten, man findet

auf 10 heiße Jahre 14 Kometen
— 10 kalte — 16 —
— 10 mittlere — 20 —

woraus also, gegen die bisherige Voraussetzung, folgen würde, daß die Kometen mehr Kälte als Wärme bringen und daß die mittleren Jahre die an Kometen fruchtbarsten sind. Allein auch dieser Schluß ist offenbar nicht sicher. Die Jahre 1805 und 1808 waren sehr kalt und hatten doch, das erste 2 und das andere sogar 4 Kometen. Die Jahre 1822 und 1827 waren im Gegentheile sehr heiß und doch hatte jedes 3 Kometen. Das heißeste von allen, das Jahr 1822, hatte 3, und das kälteste 1805, hatte 2 Kometen. Kurz, zwischen Kometen und Temperatur ist kein Zusammenhang. Man könnte übrigens leicht von anderen Sternwarten noch viele ähnliche Zusammenstellungen anführen, wenn es der Raum erlaubte, und man würde sehen, daß sie alle das hier gefundene Resultat bestätigen.

§. 183. (Einfluß der Kometen auf die Reinheit der Witterung.) Wenn aber die Kometen keinen Einfluß auf die Temperatur haben, so können sie doch Trockenheit oder Näſſe, dichte Nebel, Ungewitter, Hagel, Meteore u. dgl. erzeugen. Sie können: sie können aber auch vielleicht nicht. — Soll man nun alle dieſe Dinge nach einander auf die Kapelle bringen, um ſie zu unterſuchen? Wohin würde uns das führen? Ich habe es in der That verſucht, die beiden letzten Jahrhunderte in Beziehung auf ihre Näſſe oder Trockenheit durchzugehen; aber ich kann es nicht wagen, die Langeweile, welche mir dieſe Arbeit machte, meine Leſer entgelten zu laſſen. Sie werden mir vielleicht lieber auf's Wort glauben, daß ich auch zwiſchen dieſen Dingen und den Kometen keinen weiteren, auch nicht den geringſten Zuſammenhang gefunden habe. Aus allen dieſen mühſeligen Unterſuchungen folgt nun eben — daß nichts daraus folgt.

§. 184. (Einfluß der Kometen auf Krankheiten.) Daß die Kometen auf die Krankheiten der Menſchen und Thiere und ſelbſt auf die der Pflanzenwelt einwirken, iſt ſo lange und ſo feſt geglaubt worden, daß man kaum anſtehen kann, ſich auch ein wenig auf dieſelbe Seite zu neigen. Eigentlich ſollten die Aerzte über dieſen Gegenſtand gefragt werden, vorausgeſetzt, daß ſie die Natur der Kometen beſſer kennen, als die der Krankheiten, welche ſie heilen wollen. Einer der neueſten hat es in ſein Werk: **Illustrations of the atmospherical origin of epidemic diseases, Chilmsford 1829** übernommen, den Zuſammenhang der Kometen mit großen Epidemien mit mathematiſcher Genauigkeit, wie er glaubt, nachzuweiſen und er ſchließt dieſes voluminöſe Werk mit folgenden Worten: „Es iſt daher ganz gewiß, daß ſeit dem Anfange unſerer Zeitrechnung die ungeſundeſten Zeiten auch immer zugleich die an Kometen reichſten geweſen ſind, und daß die Erſcheinung dieſer Himmelskörper ſtets von Erdbeben, vulkaniſchen Ausbrüchen und atmoſphäriſchen Revolutionen begleitet waren, während man im Gegentheile in geſunden Zeiten nie einen größeren Kometen geſehen hat.“

Und wie fängt Forſter es an, dieſen ſeinen Satz zu beweiſen? — Er geht von Chriſti Geburt auf den heutigen Tag alle Jahre und alle Chroniken durch und bringt alle Leiden und Unfälle,

welche in dieser langen Zeit das arme Menschengeschlecht betroffen haben, in eine lange Liste zusammen. Auf dieselbe Weise spürt er auch den Kometen nach, die seit jener Epoche erschienen sind, und deren er gegen 500 zusammentreibt, die er alle neben den Krankheiten seines ersten Registers einträgt, wodurch denn endlich ein gar herrliches und für den geneigten Leser wahrhaft erbauliches Inventarium von Noth und Elend und zugleich von Kometen entstanden ist, die an allen jenen Drangsalen schuld seyn sollen.

Es scheint, daß ihm diese Arbeit nicht eben viel Nachdenken gemacht haben kann. Wie wir bereits oben gesehen haben, gibt es so viele Kometen, daß man beinahe auf jedes Jahr zwei derselben zählen kann. Unglücksfälle aller Art aber, die das arme Menschenvolk heimsuchen, gibt es wohl noch mehr, als zwei in jedem Jahre. Da es sonach am Himmel nicht an Kometen und auf Erden nicht an Noth und Elend fehlt, so wird es keine besondere Anstrengung erfordern, zu jeder Calamität auch einen Kometen als Sündenbock aufzufinden, da es im Gegentheile sehr schwer, wo nicht unmöglich seyn wird, auch nur ein einziges Jahr zu treffen, wo nicht das Eine oder das Andere dieser beiden Dinge eingetroffen wäre.

Ohne Zweifel würde dieses traurige Inventarium des menschlichen Elends diese zweite Auflage einer „Reise durch die Höhlen des Unglücks und die Gemächer des Jammers" unseres englischen Karls von Karlsberg eine ganz andere Gestalt erhalten haben, wenn es ihm beliebt hätte, ohne Vorurtheile und ohne vorgefaßte Meinung an sein Werk zu gehen, und wenn er nicht, was er in unseren Geschichtbüchern erst suchen sollte, schon zuvor als fixe Idee in seinem eigenen Kopfe gefunden hätte. Was soll es uns frommen, wenn wir z. B. bei dem Jahre 1665 lesen: „Großer Komet und Pest in London." — Also doch eine Pest, aber warum nur in London? War der Komet nicht auch an andern Orten der Erde eben so gut, war er bloß in London sichtbar? Warum brachte derselbe Komet, der die Pest nach London führte, sie nicht auch nach Paris, nach dem nahen Hamburg, nicht einmal nach Schottland oder Irland? Dann hätte also wohl jene Dame recht, die, als sie hörte, daß man den gefürchteten Kometen im nächstfolgen-

den Jahre 1832 in Paris erwarte, entgegnete, daß sie das wenig kümmere, weil sie das nächste Jahr nicht in Paris, sondern bei ihren Verwandten in Neapel zubringen werde. — Was sollen uns ferner folgende lächerliche Zusammenstellungen: „Anno 1668 erschien ein Komet und in Westphalen war ein großes Sterben unter den Katzen. Anno . . . war ein Komet und ein großes Ungewitter in Thüringen, das mehrere Bauern auf der Wiese erschlug. Anno . . . Komet, und Klauenseuche des Hornviehes in Ostfriesland. Anno . . . Komet und ein Aerolith in Schottland, welcher letzte eine Dorfkirche traf und das Räderwerk der Thurmuhr beschädigte u. s. w.“ Wohl hundertmal liest man in dem Buche: „Komet und Heuschrecken in Kalabrien; Komet und Ueberschwemmung in England; Komet und Erdbeben in Kleinasien; Komet und Feuersbrunst in Constantinopel;“ und was dergleichen Dinge mehr sind. Scheint es doch, als wollte der Verfasser absichtlich darauf ausgehen, die unverträglichsten Dinge mit einander zu paaren und Sachen zusammen zu koppeln, die himmelweit von einander liegen. Wenn es ihm, wie man glauben muß, nur darum zu thun ist, bei seinen Lesern Aufsehen zu erregen, so hätte er seine Kometen ganz gewiß auch eben so gut und eben so leicht noch ganz andere Verbindungen eingehen lassen können, z. B. Kometen und Hundegebell; Kometen und Hühneraugen; Kometen und lächerliches Geschwätz oder Kometen und alberne Bücher, zu welchen letzteren besonders er die Beispiele ganz in der Nähe hätte finden können.

Wohl wäre es zu wünschen, diesen Gegenstand mit dem Ernste behandeln zu können, den die Wichtigkeit der Sache, den die Befreiung von jedem Vorurtheile überhaupt verdient, wenn nicht eben jene sonderbare Bearbeitung desselben durch die Vorgänger einen ganz andern Ton gleichsam nothwendig gemacht hätte, und wenn es nicht, selbst unter den sogenannten gebildeten Ständen, noch gar zu viele gäbe, die keinen Anstand nehmen, sich diesen Thorheiten hinzugeben, während sie auf viel geringere und verzeihlichere mit einer Art von Selbstgefühl herabzusehen pflegen, das oft nur zu wohl verrathet, daß auch hier ihre scheinbar bessere Kenntniß nicht sowohl auf Gründen und auf Ueberzeugung, als

vielmehr nur auf Gewohnheit und auf einer Art von Mode beruht, für welche sie selbst nichts weiter anzuführen haben. Ueberhaupt möchte es wohl mit dem, was man Bildung und Aufklärung zu nennen beliebt, wenn man es etwas näher besieht, eine ganz andere Bewandtniß habe, als die Leute gewöhnlich und die am meisten glauben, welche diese Worte immerdar im Munde zu führen pflegen. Um aber den Vorwurf der Unartigkeit, die man unseren Landsleuten so gern Schuld gibt, zu vermeiden, wollen wir einen der artigsten unserer artigen Nachbarn jenseits des Rheines, von dem ich das Vorhergehende über Forster entlehnte, für uns sprechen lassen, der sich bei derselben Gelegenheit auf folgende Weise ausdrückt: J'aurais vivement desiré, schreibt Arago, damals Präsident der Academie der Wissenschaften in Paris, pour l'honneur des sciences et de la philosophie moderne, pouvoir me dispenser de prendre au sérieux les idées bizarres, dont je viens de faire justice: mais j'ai acquis personnellement la certitude, que cette refutation ne sera pas inutile et que ces Messieurs ont parmi nous bon nombre d'adeptes. Au surplus, prêtez l'oreille un seul instant, même dans ces réunions, qu'il est d'usage d'appeller le grand monde, aux longs discours, dont les comètes, les éclipses etc. fournissent le texte, et decidez ensuite, si l'on peut se glorifier de cette prétendue diffusion des lumières, que tant d'optimistes se complaisent à signaler comme le trait caractéristique de notre siècle. — Quant à moi, je suis revenu depuis long-tems de ces illusions. Sous le vernis brillant et superficiel, dont les études purement littéraires de nos collèges et académies revêtent à peu près uniformement toutes les classes de la société, on trouve presque toujours, tranchons le mot, une ignorance complète de ces beaux phénomènes, de ces grandes lois de la nature, qui sont notre meilleure sauvegarde contre les préjugés.

§. 185. (Vergleichung der Erscheinungen der Kometen mit jenen der Epidemien.) Da Forster und so mancher Andere sich eine Art Geschäft daraus machten, diejenigen Jahre herauszusuchen, an welchen größere Kometen mit allerlei Calamitäten zusammen-

trafen, ein Geschäft, das ihnen, wie wir gesehen haben, keine besondere Schwierigkeiten machen konnte, so wollen wir einmal im Gegentheile, ohne alle Rücksicht auf Kometen, diejenigen Perioden unserer Menschengeschichte kurz anführen, die sich durch verheerende und weiter verbreitete Epidemien bemerkbar machten, und dann erst zusehen, welche größere Kometen sich etwa in derselben Zeit gezeigt haben mögen. Zu dem ersten werden wir uns die vortreffliche „Chronik der Seuchen" unseres braven und fleißigen Schnurrer's und zu dem letzten des schönen Kometenverzeichnisses (Altona 1823) bedienen, mit dem uns der berühmte Olbers beschenkt hat.

Schon die ersten drei Jahrhunderte nach dem Anfange unserer Zeitrechnung waren durch schwere und beinahe über das ganze römische Reich (von anderen Ländern fehlen uns die Nachrichten), verbreitete Epidemien ausgezeichnet. Im Jahre 42 nach Chr. G., unter der Regierung des Kaisers Claudius, ergoß sich das Mentagra, eine Art von Elephantiasis, die den ganzen Körper des Erkrankten mit Geschwüren und Borken bedeckte, aus Aegypten über das gesammte römische Reich. — Im Jahre 154 erschien eben daselbst die Lycanthropie und verbreitete allgemeines Entsetzen unter die geängstigten Menschen. Die von ihr Ergriffenen irrten, von unsäglichen Schmerzen bis zur Verzweiflung getrieben, wie Wölfe (daher die Benennung) bei Nacht unter den Gräbern und an einsamen Orten umher. Die heutigen Aerzte glauben, daß aus dieser Krankheit unsere, jetzt schon viel gemilderte Katalepsis entstanden ist, wie man denn auch bei vielen anderen, anfangs sehr heftigen Krankheiten diesen endlichen Uebergang in zwar noch immer ähnliche, aber doch auch viel mildere Formen bemerkt. — Im J. 165 unter K. Antonin herrschte eine über Kleinasien, Nordafrika und ganz Europa verbreitete pestartige Seuche durch volle sieben Jahre. — Im Jahr 182 wurde ganz Italien von einer Epidemie verheert, die nahe ein Drittheil der Einwohner hinraffte und an der durch mehrere Wochen in Rom täglich gegen 2000 Menschen starben. In der Mitte des dritten Jahrhunderts, unter K. Valerian, brach eine Seuche aus, die über 15 Jahre im römischen Reiche

wüthete und wegen welcher die noch jetzt unter uns bestehende Sitte aufkam, zur Trauer über den Verlust seiner Freunde und Verwandten schwarzgefärbte Kleider zu tragen. — Im Jahre 312 kam der Anthrax aus Aegypten nach Italien und Griechenland, wo er epidemisch wurde und so heftig um sich griff, daß von mehreren Inseln des mittelländischen Meeres die Bewohner ganz ausstarben. — Und in allen den genannten Jahren, ja selbst zehn Jahre vor- oder rückwärts von ihnen, findet man auch nicht die geringste Spur von irgend einem Kometen bei den alten Schriftstellern.

Das Jahr 542 war der Anfang einer der verheerendsten Seuchen, von der Europa je heimgesucht wurde. Sie dauerte über 50 Jahre und fing mit allgemeinem Mißwachs und großen Zügen von Heuschrecken an. Sie scheint das erste Auftreten der orientalischen oder eigentlichen Bubonenpest gewesen zu seyn, und in der ganzen Periode wird von einem größern Kometen nichts erwähnt, wenn man nicht etwa den, vier Jahre früher i. J. 538 erschienenen, für den Stifter dieses Unheils halten will, der aber nur sehr klein und unansehnlich gewesen seyn soll. Auch von dieser Calamität des Menschengeschlechtes hat sich eine Gewohnheit bis auf unsere Zeiten erhalten. Da die von der Pest Ergriffenen von heftigem Gähnen und Niesen geplagt wurden, so befahl Papst Gregor der Große, beim Gähnen das Zeichen des Kreuzes über den Mund zu machen und beim Niesen dem Kranken: „Helf' dir Gott," zu sagen.

Im Jahre 717 fing eine dreijährige Pest im Oriente an, an welcher bloß zu Constantinopel 300000 Menschen gestorben seyn sollen. Von Kometen aber war um diese Zeit keine Spur. Im Jahre 874 und 875 war ein großes Sterben in Europa, das durch die zahllosen Heuschreckenzüge veranlaßt wurde. Der Moder ihrer Leichen soll in vielen Ländern den Boden mehrere Zolle hoch bedeckt haben. Auch war ein großer Komet zu sehen, aber erst im Jahre 876, also ein Jahr nach dem Ende der Krankheit.

Im Jahre 996 erschien das sogenannte heilige Feuer das erstemal in Europa. Diese verheerende, schnell verlaufende und äußerst ansteckende Krankheit ergriff schnell den ganzen Organis-

mus des Menschen, den sie oft schon nach einigen Stunden durch den Brand zerstörte. Oft ergriff sie auch nur einzelne Glieder, Arme oder Beine, die nach wenig Tagen schwarz wurden und abfielen. Aus ihr soll das spätere Antoniusfeuer, das noch sehr verheerend war und aus diesem endlich unser milderes, sogenanntes Rothlauf entstanden seyn. Damals kamen unter den geängstigten Menschen die Wallfahrten nach dem heiligen Lande auf, aus welchen späterhin, gegen Ende des eilften Jahrhunderts die Kreuzzüge entstanden. Größere Kometen sah man nur zwei um diese Zeit, den ersten i. J. 983, also 13 Jahre zu früh, und den zweiten 1005, also 9 Jahre zu spät.

Im Jahre 1092 begann ein allgemeines Sterben der Menschen und Thiere, das über fünf Jahre währte. Viele Länder verloren die Hälfte ihrer Einwohner und andere verödeten gänzlich. Es war der allgemeine Glaube, daß der jüngste Tag bevorstehe. Alle Hausthiere flohen in die Gebirge und Wälder, wo sie wieder verwilderten. In den letzten Jahren kam diese Pest auch nach Paläſtina unter die Kreuzfahrer. Zu Jerusalem starben durch mehrere Wochen täglich 500 Menschen, unter ihnen auch Gottfried von Bouillon. Antiochien starb beinahe ganz aus und von dem Heere des ersten Kreuzzuges gingen in dieser Stadt allein in zwei Monaten über 200000 Menschen zu Grunde. Ein im November 1097 ihnen aus Europa nachgeschicktes Hülfscorps von 25000 Mann wurde sogleich bei seiner Ausschiffung an der asiatischen Küste von der Krankheit ergriffen und beinahe gänzlich aufgerieben. — Größere Kometen sah man aber nur i. J. 1071 und 1097, also 21 Jahre zu früh und 5 Jahre zu spät.

Das verderblichste Jahrhundert unserer ganzen Menschengeschichte war das vierzehnte. Schon i. J. 1310 brach eine große, siebenjährige Pest über ganz Europa aus. In Straßburg starben 13000, in Basel 14000, in Mainz 16000, in Köln 30000 Menschen und viele andere Städte Europa's starben beinahe gänzlich aus. Ein großer Komet wurde bloß i. J. 1305, also fünf Jahre zu früh gesehen, was aber doch den Chronikschreiber Prätorius nicht hinderte, ihn als den Vorboten jener Pest anzusehen.

Im Jahre 1347 begann die fürchterliche Pest, die späterhin

allgemein unter der Benennung des schwarzen Todes bekannt wurde. Sie kam von dem nordöstlichen Asien, wie einst die Völkerwanderung, und überzog bald alle bekannten Länder der Erde. Im ersten Jahre hielt sie sich vorzüglich an den Meeresküsten auf, aber im Jahre 1348 drang sie auch schon in das Innere der Länder und wüthete unter Menschen und Thieren. Die allzuvielen Todten blieben meistens unbegraben auf den Straßen liegen; die Aecker wurden nicht mehr besorgt und die Hausthiere irrten auf den Feldern umher. Bis auf den wildesten Trieb der Selbsterhaltung und einer gränzenlosen Furcht schienen alle andern Leidenschaften der Menschen gänzlich erloschen zu seyn. Bagdad, Diarbekir und Damask starben beinahe ganz aus; in Guza starben in einem Monate 22000 Menschen, in London 80000, in Paris nahe der vierte Theil der Einwohner; in Lübek während einer einzigen Nacht 1600, in Wien starben während drei Monaten täglich gegen 700 bis 800 und zur Zeit der größten Höhe der Krankheit einmal an einem einzigen Tage 1400 Menschen. Selbst die Kaiser und Könige dieser Zeit, so sehr sie sich auch schützten, wurden nicht verschont. Unter den Opfern dieser Pest zählte man den Kaiser Andronicus in Constantinopel, König Alfons XI. in Spanien, die Königin Joanna in Portugal und den Zar Iwanowitsch in Moskau mit seinem Bruder und allen seinen sieben Kindern. Diese Pest dauerte bis 1351 durch fünf Jahre. — Die Chroniken erwähnen einen größeren Kometen für 1347 und 1351, also einen für den Anfang und den andern für das Ende der Krankheit. Es mag daher auch wohl Kometen geben, welche die Krankheiten wieder heilen, die andere gemacht haben.

Im Jahre 1356 brach derselbe schwarze Tod durch neue fünf Jahre zum zweitenmale aus, und richtete, wie die Geschichtsschreiber jener Zeit erzählen, noch größere Verheerungen, als das erstemal an. Nach Petrarca, der auch seine Laura daran verlor, und der sie, so wie Boccaccio, mit den lebhaftesten Farben beschrieben hatte, sollen in Italien von je 1000 Menschen kaum 10 übrig geblieben seyn. In Köln starben 20000, in Avignon 17000, unter welchen 5 Kardinäle und 100 Bischöfe, die sich eben daselbst zu einem Concilium versammelt hatten, und die auch, wie alle an-

dere, unbegraben auf den Gassen liegen blieben, auf die man damals die Leichname durch die Fenster zu werfen pflegte. Von Kometen in dieser Zeit findet man keine Spur. Zum drittenmale brach diese verheerende Krankheit i. J. 1367 aus, wo sie bis 1374 wüthete. Sie nahm jetzt die Gestalt des sogenannten Johannistanzes an, unter welcher sie, obschon auch in milderer Form, bis zu uns unter der Benennung des Veitstanzes gelangte. Die von der Krankheit Ergriffenen liefen, tanzten und raseten, bis sie schäumten und leblos zur Erde stürzten, wo dann der hochaufgeschwollene Unterleib der Leichen zerplatzte. Bei den häufigen Todesfällen seit 1347, also durch beinahe 20 Jahre, erwartete man den Untergang des ganzen Menschengeschlechts und vermachte alle seine Einkünfte an Kirchen und Klöster, so zwar, daß diese Vermächtnisse durch eigene Gesetze untersagt werden mußten, um den rechtmäßigen Erben doch nicht alles zu entziehen. Auch in diesen sieben Jahren erwähnen die Chroniken keines größeren Kometen bis 1375, also ein Jahr nach der Beendigung der Krankheit, daher auch, nach dem großen Kometendeuter Prätorius, derselbe keine weitere Beziehung auf jene Pest, sondern bloß auf den Tod Karls IV. haben sollte.

Doch es wird unnöthig seyn, dieses traurige Verzeichniß des menschlichen Elendes noch weiter fortzusetzen. Wenn man aufrichtig mit sich selbst und ohne Vorurtheil zu Werke geht, so wird man in allen Jahrhunderten eben so viel Belege für, als gegen jene Meinung finden, daß die Kometen Krankheiten oder andere Unglücksfälle entweder vorher verkündigen, oder selbst verursachen sollen, d. h. man wird finden, daß jene Himmelskörper mit diesen Calamitäten des Menschengeschlechtes in keiner, oder doch in keiner für uns merkbaren Verbindung stehen. Unsere eigenen Erfahrungen an der Cholera seit dem Jahre 1830 werden dieses Resultat bestätigen. Uebrigens ist es betrübend zu sehen, wie lange die Menschen mitten unter den Unglücksfällen, die sie betreffen und die sie nicht vermeiden können, sich noch mit selbstgeschaffenen Uebeln plagen, durch grundlose Besorgnisse ängstigen und die ihnen verliehene Vernunft durch Vorurtheile und Aberglauben verdunkeln. Wie nützlich, ja wie nothwendig ist es daher, das Licht der

Wissenschaften, das uns von allen Seiten umgibt und mit dem allein wir jene Vorurtheile besiegen können, zu unserer wahren Bildung mit allem Fleiße zu benützen, und uns dadurch in eine Lage zu versetzen, wo wir keinen Rückfall mehr in jene finsteren Jahrhunderte der Unwissenheit und des Aberglaubens zu befürchten haben. Erhalten wir daher mit der innigsten Sorgfalt diese Fackel der wahren Aufklärung unseres Geschlechtes, diesen köstlichen, von unseren Vorgängern ererbten Schatz, diese den Menschen zugleich schützenden und veredelnden Kenntnisse, ces hautes connaissances, les délices des êtres pensans, dont le plus grand bienfait pour le genre humain est, d'avoir dissipé les craintes, les vaines terreurs, les superstitions et tous les maux, qui accompagnent les erreurs nées de l'ignorance de nos vrais rapports avec la nature, erreurs et craintes, qui renaîtraient promptement, si le flambeau des sciences venait à s'éteindre. (Lapl. Expos.).

§. 186. (Bewohner der Kometen.) Da wir, so weit unsere Erfahrungen reichen, alles in der Natur von lebenden Wesen bewohnt finden, so können wir nicht gut zweifeln, daß die Kometen, diese großen Weltkörper, deren Anzahl, wie wir gesehen haben, viele Tausende übertrifft, ganz ohne alle lebenden Geschöpfe seyn sollten. Da aber auch diese Kometen von allen anderen Himmelskörpern in ihrem Aeußern sowohl, als auch wahrscheinlich in ihrer inneren Structur so sehr verschieden sind, so wird ohne Zweifel der Unterschied derjenigen Wesen, welche sie bewohnen, von dem der Erde und der übrigen Planeten ebenfalls ganz verschieden seyn. Aber welcher Art sollen sie nun seyn? — Als Fontenelle von seiner neugierigen Marquise über die Bewohner der Planeten befragt wurde, antwortete er: „Madame, ich kenne sie nicht und weiß nichts von ihnen zu sagen." — Unsere Leser werden es uns nicht übel deuten, wenn wir ihnen auf ihr Fragen von den Bewohnern der Kometen, mit noch größerem Rechte, wie wir glauben, dieselbe Antwort geben. Gibt es doch in der Astronomie nicht bloß, sondern in beinahe allen andern Wissenschaften noch gar manche, für uns in der That um Vieles wichtigere Frage, auf die wir alle keine bessere Antwort haben, und wobei wir uns da-

her noch mit der althergebrachten Sokratischen Weisheit begnügen müssen, die da wenigstens weiß, daß sie nichts weiß, obschon man, wie Lichtenberg sagte, für eine solche Weisheit heut zu Tage nicht einmal mehr einen Magistertitel an unseren Universitäten geben würde.

Welcher Art aber auch die Bewohner der Kometen seyn mögen: wenn sie an dem Höchsten, was dem Menschen hienieden dargeboten wird, wenn sie an der Betrachtung der Natur und an der Kenntniß der Werke ihres über alles erhabenen Schöpfers Sinn und Freude haben — welche hohe Genüsse müssen ihnen vorbehalten seyn, Genüsse, von denen wir uns, auf dem uns angewiesenen Standpunkte, keine weitere Vorstellung machen können, wir, die wir auf einem kleinen, beinahe unbeweglichen Punkte, wie Raupen auf ihrem Kohlblatte, leben, während sie mit der Schnelligkeit des Blitzes auf ihren weitgestreckten, auf ihren parabolischen oder hyperbolischen Bahnen von einer Sonne, von einer Welt zur andern fliegen.

Für uns allerdings, für Wesen unserer Art, sind diese Genüsse nicht bestimmt. Wer von uns könnte jene Extreme von Licht und Finsterniß, von Hitze und Kälte ertragen, denen sie auf ihren weiten Bahnen ausgesetzt sind. Die Bewohner der Kometen von 1680 kamen der Oberfläche der Sonne so nahe, daß die Hitze, welche dadurch entstand, nach Newtons Berechnung, unsere höchste Sonnenhitze 26000mal und selbst die Hitze des weißglühenden Eisens noch 2000mal übertreffen müßte, und dieselben Wesen sind wieder, zur Zeit ihres Apheliums, so weit von der Sonne entfernt, daß sie ihnen nur mehr als einer der kleinsten Fixsterne erscheint, und daß die in jenen Distanzen herrschende Kälte selbst unsere Atmosphäre in einen dem Eise ähnlichen festen Körper verwandeln würde. Welche Organisation müssen jene Wesen haben, wenn sie diese Wechsel ertragen, wenn sie sich ihrer vielleicht sogar erfreuen können, wie wir uns an der Abwechslung unserer Tages- und Jahreszeiten ergötzen. Welche Augen müssen es seyn, die jenes blendende Licht der Sonne ohne Schmerz ertragen können, wo auch schon der erste Blick in dieselbe unsere Gesichtsorgane nicht nur blenden, sondern sogleich in Asche verwandeln würde, während jene

wieder in einer beinahe völligen Abwesenheit des Lichts, in einer Finsterniß, gegen welche unsere schwärzesten Nächte nur schwache Dämmerungen sind, doch noch sehen und die Wunder ihrer immer neuen Himmel betrachten können.

Doch vielleicht sind alle diese Extreme nur scheinbar und die Natur, der ein unerschöpflicher Reichthum von Mitteln zu Gebote steht, ihre Zwecke zu erreichen, wird auch dort Wege gefunden haben, diese Hindernisse zu besiegen, oder ihnen in dem Bau und der Einrichtung ihrer Geschöpfe entgegen zu arbeiten. Es ist möglich, daß die ungemein zarten Stoffe, aus welchen die Kometen gewebt sind, auch feiner organisirten, höheren geistigen Wesen zum Aufenthalte und zum Verbindungsmittel mit der sie umgebenden Welt dienen. Vielleicht sind ihre Geister an intellectuellen Kräften den unseren weit überlegen, da sie sich in ihren ätherischen Körpern freier bewegen, in Körpern, welche, einer höheren Ordnung der Sinnenwelt angehörend, für Hitze und Kälte und für alle andere thierische Empfindungen weniger Empfänglichkeit haben. Wissen wir doch, daß nicht die größere Nähe der Sonne es ist, welche die höhere Temperatur unserer Sommer erzeugt, da uns die Sonne im Winter in der That näher ist, als im Sommer (I. S. 302). Sehen wir doch die Möglichkeit ein, daß diese Sonne kein eigentliches Feuer seyn muß, und daß die Bewohner derselben, wenn es deren gibt, sich mehr über Kälte, als über eine zu große Hitze beklagen können. (Vergl. II. S. 37.) Ihre Strahlen wenigstens, so nothwendig sie auch zur Hervorbringung der Wärme auf unserer Erde seyn mögen, scheinen selbst nicht zu wärmen, sondern nur die in den Körpern verborgene und ihnen eigenthümliche Wärme zu erwecken. Diese Erregbarkeit der Körper für den Wärmestoff durch die Sonnenstrahlen kann bei den Kometen eine ganz andere seyn, als bei uns und sie kann dort selbst gänzlich wegfallen. Warum hat man an dem schon öfter erwähnten großen Kometen von 1680 nach seinem Durchgange durch das Perihelium keine Aenderung bemerkt, da er doch (II. S. 254) der Sonne so nahe kam, daß er beinahe die Oberfläche derselben streifte? Könnte nicht eben die ungeheuere Ausdehnung, welche die Masse der Kometen bei ihrer Annäherung zur Sonne

erleidet, und wodurch sie größtentheils nur in eine äußerst lockere Dunstmasse aufgelöst werden, könnte diese gewaltige Ausdehnung nicht zugleich ein mächtiges Schutzmittel gegen die dort herrschende Hitze seyn und eine wahre Abkühlung desselben erzeugen? Diese Ausdehnung wird offenbar am stärksten auf der der Sonne zugekehrten Seite des Kometen seyn, nach welcher daher die dichtere und kältere Luft der andern Seite mit Gewalt hinströmen und dadurch einen immer kühlenden Luftzug erregen wird. Diese Ausdehnbarkeit, diese ungemeine Elasticität der Kometenmasse mag sie selbst ganz besonders gegen die Extreme der Temperatur beschützen, welchen sie auf ihrer weiten Reise ausgesetzt sind. Wir wissen, daß auf den Gipfeln unserer Berge, wegen der dort schon sehr verdünnten Luft, die Kälte wieder größer ist, als in den Thälern, wo die dichtere Luft die Wärme so stark befördert. Ganz eben so, nur in einem viel höheren Grade, mag es auch mit den Kometen gehen. Wenn ihre Masse, zur Zeit der Perihelien, durch die Sonnenhitze sehr verdünnt und beinahe in eine bloße Luftart ausgedehnt wird, muß eben diese Verdünnung wieder Kühle erzeugen und wenn im Gegentheile, in ihren Aphelien, dieselbe Masse durch die dort herrschende Kälte vielleicht zu der Dichtigkeit unserer Steine und Metalle zusammengepreßt wird, muß durch eben diese Verdichtung wieder eine große Menge Wärmestoffes frei werden. Auf diese Weise mag den Kometen jene wunderbare, veränderliche Dunsthülle als ein für alle Fälle bequemer Reisemantel, als ein warmer Pelz im Winter und als ein kühlender Sonnenschirm im Sommer dienen. Wenn diese Himmelswanderer aus der Tiefe des Weltalls, aus jenen eisigen Regionen zu uns heran kommen, sehen wir sie, am Ende ihrer langen Winterreise, noch enge in ihr dichtes Gewand gehüllt; aber wie sie allmählig der wärmenden Sonne näher treten, lüften sie dieses Gewand und breiten es endlich, wie ein kühlendes Zelt, um sich aus, um in dem Schatten desselben, der nahen Sonne ungeachtet, einer ihnen sehr angenehmen Temperatur zu genießen, so daß sie die Tage, welche wir für sie als die gefahrvollsten halten, vielleicht als die fröhlichsten Feste ihrer langen Jahre zu feiern pflegen. Ist es doch, selbst durch eine große Anzahl von Erfah-

rungen des gemeinen Lebens, bekannt genug, daß bei jedem Uebergange eines festen Körpers in einen flüssigen, so wie eines flüssigen in einen luftartigen, immer eine große Menge Wärme von diesen Körpern absorbirt oder gebunden, und daher gleichsam Kälte erzeugt wird, während im Gegentheile bei dem Rückgange der luftförmigen Körper in tropfbare, oder dieser in feste, stets viel Wärme frei und dadurch die Temperatur in der Nähe dieser Körper erhöht wird. Aus dieser Ursache werden unsere Zimmer im Sommer kühler, wenn der Boden derselben mit Wasser besprengt wird, welches bei seiner Verdünstung, d. h. bei seinem Uebergange aus dem tropfbaren in den luftförmigen Zustand Kühle erzeugt; so wird das zum Verkaufe auf der Straße ausgelegte Obst durch dasselbe Mittel frisch erhalten; so belegen die Schnitter ihre Wasserkrüge mit feuchten Tüchern, wozu man in Aegypten noch vortheilhaftere Trinkgefäße von sehr porösem Thone braucht, durch welche das Wasser in kleinen Tropfen sickert und an der Außenseite der Krüge schnell verdünstet u. s. Wenn daher, wie es sehr wahrscheinlich ist, der die Kometen umgebende Nebel bloß das Resultat der Verdünstung ihrer Masse durch die Sonnenhitze ist, so muß auch, eben durch diese größere Ausdehnung ihrer Masse im Perihelium eine große Kälte, so wie durch die Verdünstung derselben im Aphelium eine beträchtliche Wärme entstehen. Diese Wechselwirkung mäßigt sowohl die große Hitze ihrer Sonnennähe, als auch die ungemeine Kälte, welche sonst in ihren Sonnenfernen herrschen würde, und macht dadurch einen Aufenthalt, den wir ohne diese Wechselwirkung für unerträglich halten müßten, für jene, ihren Verhältnissen angemessenen Geschöpfe brauchbar und vielleicht selbst sehr angenehm.

Kapitel XII.

Anzahl, Entfernung und Größe der Fixsterne.

§. 187. (Scheinbare Größe der Fixsterne.) Bei dem ersten Anblicke des Himmels bemerken wir schon eine große Verschiedenheit unter den Sternen, mit welchen er bedeckt ist. Einige unter ihnen sind so hell und erscheinen uns so groß, daß wir sie gleich nach dem Untergange der Sonne erblicken, während andere, schwächere oder kleinere, erst später, wenn die Nacht mehr vorgerückt ist, sichtbar werden, und andere, noch kleinere, selbst unter den günstigsten Umstände nur durch Fernröhre gesehen werden können.

Wir würden uns aber wohl sehr irren, wenn wir diese so auffallenden Abstufungen der Fixsterne ihrer wahren Größe, oder auch nur ihrer Entfernung von uns zuschreiben, d. h. wenn wir sagen wollten, daß diejenigen Sterne, welche uns als die größten erscheinen, auch in der That, die größten sind oder daß sie wenigstens näher bei uns stehen, als die anderen.

Es ist bereits oben (I. Cap. V.) gesagt worden, daß wir über diese Entfernung, also auch über die absolute Größe aller Fixsterne so viel als nichts wissen, und daß wir auch nicht einen einzigen derselben kennen, von dem wir sagen könnten, daß er an Größe oder Entfernung unsere Sonne, auch nur in runder Zahl, hundert- oder tausend- oder selbst millionen-mal übertreffe. Auch

sehen wir die scheinbar größten dieser Himmelskörper, wenn wir sie durch unsere Fernröhre betrachten, nur als untheilbare, und zwar desto kleinere, reinere Punkte, ohne allen merkbaren Durchmesser, je besser das Fernrohr ist, welches wir zu diesem Zwecke gebrauchen.

Wenn wir also doch noch von der Größe dieser Fixsterne sprechen wollen, so kann dieß nur von der scheinbaren Größe, oder von dem größeren oder geringeren Eindrucke gemeint seyn, welchen ihre Lichtstärke auf unser Auge hervorbringt. In diesem Sinne nennen wir Sterne der ersten Größe diejenigen, deren Eindruck auf unser Auge am stärksten ist, und so heißen dann stufenweise abwärts die immer kleineren, Sterne der zweiten, dritten, bis zur sechsten Größe, unter welchen wir diejenigen zu verstehen pflegen, die man unter günstigen Umständen noch mit freiem Auge sehen kann. Die diesem Bande beigefügte Sternkarte wird hinreichen, die vorzüglichsten dieser Sterne durch Alignements kennen zu lernen, obschon, wie bereits oben (I. S. 41), gesagt wurde, der Globus das beste und bequemste Mittel zu diesem Zwecke ist.

§. 188. (Nähere Bestimmung der Klassen der Sterne.) Man sieht, wie unbestimmt diese Eintheilung ist und wie sehr die Gränzen der einzelnen Klassen von der Individualität der Beobachter und von äußeren Verhältnissen abhängig seyn mag. Man hat es nicht an Vorschlägen fehlen lassen, diesem Uebelstande abzuhelfen, aber die meisten scheiterten an der Schwierigkeit, die eigentliche Größe jenes Eindruckes auf unser Auge mit Sicherheit zu bestimmen. Einer der einfachsten dieser Vorschläge war der, wo man diejenigen Sterne, deren Glanz nur $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}$ des Glanzes der Sterne von der ersten Größe ist, zur 2ten, 3ten, 4ten Klasse zählen wollte, wo dann die Sterne der 6ten Klasse nur den 32sten Theil des Glanzes der ersten Klasse haben würden.

Schon der ältere Herschel fühlte das Bedürfniß einer genauen Eintheilung der Himmelskörper in dieser Rücksicht und suchte dieselbe auf photometrische Gründe zu bauen. Zu diesem Zwecke bedeckte er den Spiegel seines Teleskops, der 18 Zolle im Durchmesser hatte, mit

einer in ihrem Mittelpunkte ausgeschnittenen Scheibe, deren kreisförmige Oeffnung er so lange verminderte, bis der scheinbar größte aller Fixsterne, Sirius, durch den so bedeckten Spiegel nur mehr in dem Glanze eines Sterns der sechsten Größe erschien. Er fand für diesen Fall den Durchmesser der Oeffnung seiner Scheibe gleich einem Zolle und zog daraus den Schluß, daß, wenn die Lichtstärke eines Sterns der sechsten Größe gleich der Einheit ist, die des Sirius gleich 18 mal 18 oder gleich 324 seyn soll. Da aber dieser ungemein helle Stern wenigstens dreimal heller leuchtet, als die übrigen Sterne der ersten Größe im Mittel genommen, so wird das Verhältniß der Lichtstärke eines Sternes der ersten Größe zu dem der sechsten nahe wie 100 zu 1 seyn. Nimmt man dann noch an, daß für die übrigen Klassen die Lichtstärke sich wie verkehrt das Quadrat der Zahlen dieser Klassen verhalte, so hat die

I Klasse die Lichtstärke 100

II — — $\frac{100}{4}$ oder 25

III — — $\frac{100}{9}$ oder 12

IV — — $\frac{100}{16}$ oder 6

Endlich nahm er, etwas willkührlich, für die

V Klasse die Lichtstärke 2 und für die

VI — — — 1 an.

Alle diese Annahmen sind, wie man sieht, bloße Convention, die nicht einmal allgemein angenommen ist und auch nicht gut angenommen werden kann, weil es schwer, wenn nicht unmöglich ist, zu bestimmen, wann die Lichtstärke eines Sternes nur den fünften, zehnten, zwanzigsten Theil der Lichtstärke eines anderen beträgt.

§. 189. (Veränderungen dieser Größe der Fixsterne.) Man muß diesen Mangel an Genauigkeit bei der Eintheilung der Fixsterne sehr beklagen, weil uns dadurch die Mittel entgehen, die Veränderungen zu bestimmen, welche, den älteren Beobachtungen zufolge, an diesen Himmelskörpern vorgegangen zu seyn scheinen. So hatten z. B. die alten Griechen den Sirius roth genannt, da er doch uns in einem entschieden blendend weißen Lichte erscheint. Castor galt ihnen als der größere von den beiden Zwillingen, da

er doch jetzt offenbar kleiner als Pollux ist. Der Stern α in der Wasserschlange (Hydra) wurde von den ältern Beobachtern zur ersten Klasse gezählt, da er doch jetzt nur mehr zur zweiten gerechnet werden kann. Die sieben schönen Sterne im Sternbilde des großen Bären scheinen ihr Licht immerfort zu ändern, so daß bald dieser bald jener als der größte von allen erscheint. So gehört jetzt der Stern δ in dem bekannten Vierecke dieses Sternbildes nur mehr zur vierten Klasse, da ihn doch Tycho Brahe noch in die zweite setzte.

Wenn aber die Fixsterne, wie es scheint, ihr Licht in der That mit der Zeit ändern, könnte dieß nicht auch mit unserer Sonne, die doch ebenfalls nur ein Fixstern ist, der Fall seyn? Welchen Einfluß würde aber eine solche Ab- oder Zunahme des Sonnenlichtes auf unsere Vegetation und auf alle lebenden Wesen haben? Vielleicht werden unsere Geologen einmal aus dieser Quelle die Veränderungen erklären, welche unsere Erde in der Vorzeit ohne Zweifel erlitten hat, da wir jetzt, vielleicht nach Myriaden von Jahren, noch so viele unverkennbare Spuren dieser Veränderungen auf der Oberfläche der Erde finden.

§. 190. (Eintheilung der kleineren Sterne.) Die sechs erwähnten Klassen sollen nur die mit freien Augen noch sichtbaren Sterne in sich begreifen. Allein außer ihnen giebt es noch eine ungleich größere Menge von Sternen, die man nur durch Fernröhre sehen kann. Geübte, mit guten Telescopen versehene Beobachter pflegen diese letztern noch in zehn neue Klassen zu theilen, so daß man im Allgemeinen sechszehn Klassen von Fixsternen hat, deren scheinbare Größe immer abnimmt, wie die Zahl ihrer Klassen zunimmt. Daß bei den höhern Klassen die Unbestimmtheit der Begränzung noch zunehmen muß, ist wohl für sich klar, so wie, daß man mit der letzten oder sechszehnten Klasse noch nicht den ganzen gestirnten Himmel erschöpft zu haben meinen kann. In der That finden sich auch jenseits dieser kleinsten Sterne noch andere Gegenstände, die wahrscheinlich wieder aus Sternen, aber aus so kleinen und so nahe gedrängten Sternen bestehen, daß auch unsere stärksten Fernröhre nicht mehr hinreichen, sie als solche deutlich erkennen zu lassen.

§. 191. (Anzahl der Sterne in den sechs ersten Klassen.) Die Zahl der Fixsterne der ersten Klasse ist 14, die der zweiten 70, und die der dritten nahe 300. Mit der vierten Klasse aber nimmt die Anzahl der in jeder Klasse enthaltenen Fixsterne sehr schnell zu. Man nimmt gewöhnlich an, daß die Summe der in den ersten sechs Klassen enthaltenen, oder daß die Anzahl der noch mit freien Augen sichtbaren Sterne nahe 5000 betrage. Mit der siebenten aber steigt diese Anzahl bereits in einem solchen Grade, daß die vollständige Aufzählung der Sterne der ersten zehn Klassen wohl ein sehr verdienstliches, aber auch eines der beschwerlichsten Geschäfte seyn würde, dem sich ein Beobachter unterziehen könnte.

§. 192. (Aus den Stern-Katalogen geschlossene Anzahl.) Unsere reichsten Sternverzeichnisse sind: Bode's Monographie, die 17240 und Lalande's Histoire céleste, die 50000 Sterne enthält, nebst den nahe eben so reichen Zonenbeobachtungen Bessels. Alle diese Beobachtungen wurden in den Breitenkreisen von 48 bis 55 Graden angestellt, wo die von dem südlichen Wendekreise eingeschlossenen Sterne schon bald alle unsichtbar sind. Theilt man die Oberfläche des Himmels in 100 gleiche Theile, so nimmt davon die heiße Zone 40, jede der gemäßigten 26 und jede der beiden kalten Zonen 4 Theile ein, daher verhält sich in den genannten Gegenden der sichtbare Theil des Himmels zu dem unsichtbaren, wie 70 zu 30, und da in jenen, nach der Hist. céleste, noch 50000 Sterne gezählt werden, so können wir in dieser nahe 20000 annehmen, so daß daher, diesem Stern-Kataloge zufolge, die ganze Sphäre des Himmels nahe 70000 Sterne bis zur 9ten oder 10ten Größe enthalten würde.

§. 193. (Andere Bestimmung der Anzahl der Sterne.) Man hat verschiedene Versuche gemacht, diesen Zweck, nicht sowohl durch unmittelbare Beobachtungen, als durch Schlüsse und Rechnungen zu erreichen. Daß dieses Verfahren zu keinem ganz genauen Resultate führen kann, darf wohl nicht erst erläutert werden.

Nehmen wir an, daß alle Sterne im Mittel gleich groß oder gleich lichtstark sind, und daß sie uns nur wegen ihrer verschiedenen Entfernungen so ungleich groß erscheinen. Setzen wir überdieß

voraus, daß sie alle unter einander eine nahe gleiche Entfernung haben und daß diese Entfernung so groß ist, wie die Distanz des nächsten Fixsternes von der Sonne, die wir oben (I. Cap. V) 200000 größer, als die Entfernung der Sonne von der Erde, also gleich vier Billionen Meilen gefunden haben. Der Kürze wegen wollen wir diese letzte Distanz künftig eine Sternweite nennen.

Da nun die Sterne der ersten Größe unter einander sowohl, als auch von der Sonne, um eine solche Sternweite abstehen sollen, so müssen sie alle auf der Oberfläche einer Kugel liegen, deren Mittelpunkt die Sonne, und deren Halbmesser eine Sternweite ist. In der That kann man auch auf einer Kugel nahe 14 Punkte angeben, deren jeder von dem ihm nächsten um den Halbmesser der Kugel entfernt ist. Haben ferner, der vorhergehenden Voraussetzung gemäß, die Sterne der zweiten Größe die doppelte, die der dritten die dreifache Entfernung u. s. von der Sonne, während sie doch unter sich selbst wieder nur um eine Sternweite abstehen, so müssen die Sterne der zweiten Größe auf einer Kugelfläche verstreut seyn, die viermal größer ist, als die vorhergehende Kugelfläche, daher also auch die Anzahl der Sterne der zweiten Größe 4 mal 14 oder 56 ist. Eben so werden die der dritten Größe auf einer neunmal größeren Kugelfläche liegen und ihre Anzahl wird daher 9 mal 14 oder 126 seyn u. s. Von den Sternen der 4ten Größe würden wir 224, von denen der 5ten aber 350 u. s. erhalten. Allein dieß stimmt nicht mit den Beobachtungen überein, nach welchen wir, wie oben gesagt, für die Sterne der 2ten Größe 70, für die der dritten 300 u. s. gefunden haben. Zählt man die nach dieser Hypothese erhaltenen Sterne der neun ersten Klassen zusammen, so erhält man für ihre Anzahl 3990, während wir doch oben durch unmittelbare Beobachtungen gegen 70000 gefunden haben.

§. 194. (Geometrische Bestimmung dieser Anzahl der Sterne.) Da die vorige Methode nicht zum Zwecke führt, so wollen wir sie etwas abändern, um sie den Beobachtungen mehr anzupassen. Betrachtet man auf irgend einer der vorhergehenden concentrischen Kugeln, z. B. auf der ersten, drei einander nächste Sterne, so liegen sie in einem gleichseitigen Dreiecke, dessen Seiten alle gleich der

Einheit oder gleich einer Sternweite sind. Nennt man dann α jeden der drei gleichen Winkel eines solchen sphärischen Dreiecks, so findet man, daß der Cosinus dieses Winkels gleich $2r^2 - 1$, dividirt durch $4r^2 - 1$ ist. Kennt man aber diesen Winkel in Graden ausgedrückt, so erhält man die Anzahl der Fixsterne der 1sten Größe, welche auf dieser Kugelfläche des Halbmessers r enthalten sind, wenn man die Zahl 2α durch die Größe α — 60 dividirt.

Berechnet man diese Ausdrücke für r = 1, 2, 3..., so findet man

r = 1,	α = 70°,5	und	Zahl	der	Sterne	der	I	Größe 13
r = 2,	α = 62°,2	—	—	—	—	—	II	— 57
r = 3,	α = 60°,9	—	—	—	—	—	III	— 130
r = 4,	α = 60°,5	—	—	—	—	—	IV	— 231
r = 5,	α = 60°,3	—	—	—	—	—	V	— 362
r = 6,	α = 60°,2	—	—	—	—	—	VI	— 521 u. f.

Diese Zahlen sind wohl etwas größer, als die durch die vorhergehende einfache Rechnung gefundenen, allein sie sind gegen die durch unmittelbare Beobachtungen erhaltenen Zahlen doch noch immer viel zu klein, um zugelassen werden zu können.

§. 195. (Anzahl der Sterne aus ihren Entfernungen geschlossen.) Setzt man, wie zuvor, voraus, daß im Mittel alle Sterne gleich weit, nämlich eine Sternweite oder 4 Billionen Meilen von einander entfernt, und daß sie überdieß alle nahe von gleicher Größe sind, eine Voraussetzung, die die natürlichste und einfachste ist, welche wir annehmen können, so werden offenbar die Sterne der 2., 3., 4ten Größe auch 2, 3, 4 Sternweiten oder 2, 3, 4 mal weiter, als die Sterne der ersten Größe, von uns abstehen. Man wird also auch auf demselben Raume des Himmels, auf welchem man im Durchschnitte nur einen Stern der ersten Größe, oder nur einen der uns nächststehenden Sterne sieht, von solchen, die 2 mal weiter entfernt sind, 2^3 oder 8, und eben so von den Sternen der 3ten Größe 3^3 oder 27, von denen der 4ten Größe 4^3 oder 64 u. f. sehen können.

Wenn daher von dem Fernrohre, welches Herschel zu diesem

Zwecke angewendet hat, nach seinen darüber angestellten Beobachtungen erst auf 70000 Gesichtsfelder desselben ein Stern der ersten Größe kömmt, so folgt daraus, daß, wenn er mit demselben Fernrohr in jeder Gegend des Himmels, wo er dasselbe aufstellt, auch nur immer einen einzigen Stern in seinem Felde sieht, daß jeder dieser Sterne im Mittel 41 Sternweiten von uns entfernt seyn müsse, weil nämlich der Würfel von 41 nahe 70000 ist. Allein er sah mit diesem Fernrohre, wo er es auch am Himmel hinwandte, nicht nur immer einen, sondern Hunderte, ja selbst oft Tausende auf einmal in seinem Felde, woraus folgt, daß die weitesten von jenen gegen 190, und die von diesen gegen 410 Sternweiten von uns entfernt seyn müssen.

Denken wir uns nun einen Kegel, dessen Scheitel im Auge des Beobachters, oder was hier dasselbe ist, in dem Mittelpunkte der Sonne ruht, und dessen Winkel am Scheitel volle neunzig Grade beträgt. Dieser Kegel umfaßt daher den vierten Theil des ganzen Himmels und seine Axe bildet mit den Seitenlinien desselben einen Winkel von 45 Graden.

Es werde nun dieser Kegel durch mehrere senkrecht auf seiner Axe stehende Ebenen geschnitten. Die erste dieser Ebenen soll von dem Scheitel des Kegels um eine, die zweite um zwei, die dritte um drei Sternweiten u. s. abstehen. Dieß vorausgesetzt, wird die erste Ebene die Oberfläche des Kegels in einem Kreise schneiden, dessen Halbmesser gleich einer Sternweite ist, und in dessen Peripherie man daher 6 Sterne annehmen kann, die alle unter sich um eine Sternweite entfernt sind. Dieß giebt daher 6, und mit dem Sterne in dem Mittelpunkte des Kreises, 7 Sterne in der ersten Ebene.

Die zweite Ebene schneidet den Kegel in einem Kreise, dessen Halbmesser zwei Sternweiten beträgt, und in dessen Peripherie sich daher 12 gleich weit von einander stehende Sterne annehmen lassen. Allein um den Mittelpunkt dieses Kreises läßt sich auch noch ein anderer, mit jenem concentrischer Kreis ziehen, der genau so groß ist, wie jener auf der ersten Ebene, und der daher ebenfalls wieder 6 Sterne in seine Peripherie aufnehmen kann. Dieß gibt

zusammen 12 und 6, oder sammt dem Sterne in dem Mittelpunkte dieser beiden Kreise, 19 Fixsterne in der zweiten Ebene.

In der dritten Ebene wird man eben so drei concentrische Kreise ziehen, deren Halbmesser 1, 2, 3 Sternweiten betragen, und von welchen der erste oder kleinste 6, der zweite 12 und der dritte 18 Sterne enthält, so daß also diese dritte Ebene in allem 37 Sterne aufnehmen kann.

Eben so wird die vierte Ebene 61, die fünfte 91, die sechste 127 Sterne enthalten u. s. w.

Läßt man daher die Sonne im Scheitel dieses Kegels auch für einen Stern gelten, so erhält man, wenn man diese Zahlen addirt, in dem ganzen Kegelraume von dem Scheitel

bis zum I. Schnitte 8 Sterne
II. — 27
III. — 64
IV. — 125 u. s. w.

Diese Zahlen sind aber, wie man sogleich sieht, die Würfel der natürlichen Zahlen 2, 3, 4, 5, also folgt, daß man überhaupt in dem Kegelraume von dem Scheitel bis zu dem n ten Schnitte n^3 Sterne erhält, wenn man den Scheitel selbst für die erste schneidende Ebene rechnet.

Legt man nun in die Axe dieses Kegels ein Fernrohr, so wird man damit ebenfalls einen kreisförmigen Raum des Himmels übersehen, und wenn man dann von allen Punkten der Peripherie dieses Kreises gerade Linien nach dem Auge des Beobachters zieht, so wird man einen anderen, obgleich viel kleineren Kegel erhalten, der mit jenem großen einerlei Scheitel und dieselbe Axe hat.

Der Halbmesser dieses kreisförmigen Feldes des Fernrohrs, d. h. der Halbmesser der Basis dieses kleinen Kegels betrug bei dem von Herschel gebrauchten Telescope $0^\circ\ 13{,}_{095}'$ und von diesem Winkel ist das Quadrat seiner Tangente gleich $0{,}_{00001451}$. Der Halbmesser der Basis des großen Kegels aber beträgt 45 Grade, und von diesem Winkel ist die Tangente bekanntlich gleich der Einheit. Da aber beide Kegel dieselbe Höhe haben, so verhalten sich ihre Räume, wie die Quadrate der Halbmesser ihrer Grundflächen, d. h. wie die Zahlen 1 und $0{,}_{00001451}$.

Allein dieselben Kegelräume verhalten sich auch, wie die Anzahl der in ihnen enthaltenen, von einander gleich weit abstehenden Sterne. In dem großen Kegel giebt es aber, wie wir gesehen haben, n^3 Sterne, wenn man ihn bis zu dem uten Schnitte fortsetzt. Nimmt man daher an, daß man durch das Feld jenes Fernrohrs auf einmal a Sterne am Himmel erblicke, so erhält man die Proportion $n^3 : a = 1 : 0{,}00001451$. Daraus folgt also, daß die gesuchte Größe n gleich ist der Kubikwurzel aus der Zahl a dividirt durch $0{,}00001451$, oder was dasselbe ist, aus der Zahl 68918 a.

Es kömmt also nur noch darauf an, wie viel Sterne man durch das Fernrohr im Mittel an jedem Orte des Himmels sieht. Gesetzt man sieht zehn derselben, so ist $a = 10$ und daher $n = 88$. Das heißt: wenn man durch jenes Fernrohr im Durchschnitte an jedem Punkte des Himmels zehn Sterne auf einmal erblickt, so sind die weitesten derselben 88 Sternweiten oder 352 Billionen Meilen von uns entfernt und jener große Kegel, der den vierten Theil des Himmels umfaßt, enthält 88^3 oder 681472 solcher Sterne, von welchen die weitesten 88 mal weiter als Sirius von uns entfernt sind. Der ganze Himmel enthält daher viermal so viel oder im Mittel 2726000 solcher Fixsterne. Allein Herschel zählte nicht 100, sondern oft mehr als 1000 Sterne, die er auf einmal in dem Flecken seines Fernrohrs erblickte, woraus folgt, daß die weitesten derselben 409 Sternweiten von uns entfernt sind, und daß der ganze Himmel über 273 Millionen solcher Sterne enthält.

§. 196. (Sternreiche Gegenden des Himmels.) Die vorhergehende Annahme, daß man mit einem guten Fernrohre, dessen Gesichtsfeld 26 Minuten im Durchmesser hat, so viele Sterne auf einmal übersieht, wird weniger befremden, wenn man weiß, daß sie an manchen Gegenden des Himmels so gedrängt stehen, daß an ein eigentliches Zählen derselben nicht mehr gedacht werden kann. Herschel erzählt, daß er in der Gegend der Keule Orions, in einem Streifen des Himmels von 15 Grad Länge und 2 Grad Breite mehr als 50000 Sterne, die er alle noch deutlich erkennen konnte, durch das Feld seines Fernrohrs gehen sah. Da aber die

ganze Oberfläche des Himmels 41252 Quadratgrade enthält, so nimmt jener Streifen nur den 1375sten Theil der Himmelsfläche ein, so daß also die letzte über 68 Millionen solcher Sterne enthalten müßte, wenn sie überall gleich dicht bei einander stünden. Sie sind aber in manchen Gegenden noch viel dichter an einander gedrängt. Schon Huygens sah mit seinem noch unvollkommenen Fernrohre, dessen Feld sehr klein war, in dem Schwerte Orions über 2000 Sterne auf einmal in seinem Fernrohre, und Herschel sah am 22. August 1792 in seinem zwanzigfüßigen Reflector, während 41 Zeitminuten, nach seiner Schätzung, nicht weniger als 258000 Sterne in der Nähe der Milchstraße durch das Feld seines Teleskops ziehen. Nimmt man daher, was wahrscheinlich noch viel zu wenig ist, an, daß jede Quadratminute des Himmels auch nur einen einzigen Stern enthalte, so würde die Anzahl aller Sterne des Himmels 41252 mal 3600 oder über 148 Millionen betragen, und sollte endlich jede Quadratsecunde einen Fixstern enthalten, so würde die Anzahl aller Sterne des Himmels gegen 534600 Millionen betragen.

§. 197. (Die Milchstraße.) Allein, so groß auch diese Zahlen erscheinen mögen, so sind sie doch wahrscheinlich noch sehr weit von der wahren Anzahl der Fixsterne entfernt. Wahrscheinlich ist alles, was wir von dem Himmel sehen, nur der uns zunächst liegende Theil desselben, und alle die für uns schon zahllosen Sterne, die wir erblicken, gehören nur einem isolirten Systeme an, von welchem wir und unser ganzes Planetengebäude nur einen sehr kleinen Theil ausmachen.

Wenn wir in einer sternhellen Nacht unser Auge zum Himmel erheben, so sehen wir uns zwar nach allen Seiten von Sternen umgeben, aber wir bemerken auch sogleich, daß sie nicht an allen Orten gleich dicht stehen. Vorzüglich scheinen sie sich in der Nähe eines breiten lichten Streifens, der jedem unter der Benennung der Milchstraße bekannt ist, immer enger an einander zu drängen. Dieser Streifen umzieht in der Gestalt eines größten Kreises, von ungleicher Breite, den ganzen Himmel. Herschel war der erste, dem es gelang, durch seine lichtstarken Fernröhre, diesen Streifen, wenigstens in den meisten Theilen desselben, in

kleine und äußerst dicht gedrängte Sterne aufzulösen. Er hat es sehr wahrscheinlich gemacht, daß diese ganze Sammlung von Sternen die Gestalt einer Linse habe, und daß wir, oder unser Planetensystem, nicht eben sehr weit von dem Mittelpunkte dieses ungeheuren, linsenförmigen Gebäudes stehen, wodurch es uns eben in der Gestalt erscheint, in welcher wir es am Himmel erblicken. Wenn wir nämlich unser Auge gegen die scharfe Kante dieser Linse erheben, so sehen wir unzählige, dicht gedrängte Sterne hinter einander, während wir, wenn wir den Blick gegen die Mitte der beiden großen Seitenflächen der Linse, d. h. gegen die beiden Pole derselben richten, nur wenigen und weit auseinander stehenden Sternen begegnen. Dort sehen wir von dem tiefen, dichten Walde des Himmels sehr viele und auch sehr weit entfernte, dicht an einander stehende Bäume, während wir hier, bei der geringen Breite des Waldes, nur die wenigen, uns zur Seite stehenden Bäume desselben erblicken. Jene beiden Pole der Milchstraße sind in der Nähe des Haupthaares der Berenice, und der Bildhauerwerkstätte, und es ist selbst einem unerfahrenen Beobachter sehr auffallend, wenn er zufällig mit seinem Fernrohre diese beiden Gegenden des Himmels trifft und sie beinahe ganz sternleer findet.

Alle diese unzählbaren Sterne, welche die Milchstraße bilden, gehören also wahrscheinlich zu einem für sich bestehenden, abgeschlossenen Systeme, von dem unser ganzer Sonnenhaushalt nur einen sehr kleinen Theil ausmacht. Die Sterne der ersten Größe sind wahrscheinlich diejenigen jenes großen Systems, die uns noch am nächsten stehen und wahrscheinlich sind alle Sterne, die wir überhaupt sehen, nur noch die Sonnen dieses Systems, da alle andern viel zu weit entfernt sind, um sie auch durch unsere besten Fernröhre noch erreichen zu können.

§. 198. (Andere Milchstraßen.) Da wir, wie gesagt, nahe in der Mitte dieses linsenförmig aufgestellten Sternenheeres uns befinden, so scheint uns die Kante, oder der hellste Theil desselben, in der Gestalt eines größten Kreises um den Himmel zu ziehen. Wenn aber unser Auge von dem Mittelpunkte dieser Bahn oder dieses größten Kreises um den ganzen Durchmesser dieses Kreises

entfernt wäre, so würden wir die Milchstraße nur mehr als einen Ring oder als eine Scheibe von 60 Graden im Durchmesser sehen. In der Entfernung von 100 Durchmessern würden wir die ganze Milchstraße nur mehr unter einem Winkel von 36 Minuten im Durchmesser erblicken, also kleiner, als der bekannte Nebelfleck in der Andromeda, der ebenfalls eine linsenförmige Gestalt hat.

Wie also, wenn dieser Nebel selbst wieder eine, aber eine so weit von uns entfernte Milchstraße wäre, daß wir die einzelnen Sterne derselben nicht mehr unterscheiden können und daß uns das Ganze nur mehr als eine schwache Lichtwolke erscheint? Solcher Nebel giebt es aber noch sehr viele am Himmel und die Muthmaßung, welche wir hier von ihm aufgestellt haben, hat wenigstens sehr viel Wahrscheinlichkeit. In der That hat auch Herschel mehrere dieser wunderbaren Gebilde des Himmels noch als sehr gedrängte Sternhaufen erkannt; seine mächtigen Fernröhre haben eine große Menge von sehr kleinen und äußerst dicht gedrängten Sternchen in ihnen erkennen lassen, während andere, wahrscheinlich noch viel weiter entfernte, sich nicht in Sterne auflösen ließen, und selbst in seinen stärksten Telescopen immer noch die frühere Nebelgestalt beibehielten. Er hat daraus den Schluß gezogen, daß diese letzten wenigstens noch 10000 Sternweiten von uns entfernt seyn müssen. In einer solchen Entfernung würde aber unsere eigene Milchstraße kaum mehr eine Secunde am Himmel bedecken und uns daher ganz unsichtbar seyn. Wie viel größer müssen aber dann viele von jenen Milchstraßen seyn, da sie uns, jener Entfernung ungeachtet, doch noch oft unter einem Durchmesser von mehreren Minuten erscheinen.

§. 199. (Daraus folgende Anzahl der Fixsterne.) Wenn aber dieß alles sich in der That so verhält, wer wird es dann noch unternehmen, die Sterne des Himmels zu zählen? — Offenbar führen uns die vorhergehenden Betrachtungen dahin, die Anzahl der Fixsterne als ganz unzählbar, als wahrhaft unendlich groß anzunehmen. Wir sind gleichsam gezwungen, den Weltenraum nach allen Richtungen hin als unbegränzt und überall und ohne

Ende alle Gegenden desselben von Himmelskörpern eingenommen vorauszusetzen. Zwar ist es uns, bei unserer Beschränktheit, unmöglich, einen nach allen Seiten gränzenlosen Raum zu denken, aber ist es uns weniger unmöglich, die Natur und die schaffende Kraft derselben in irgend einer Beziehung, der Zeit oder des Raumes, beschränkt zu denken? Können wir eine Ursache angeben, welche diese Kraft in ihrer Thätigkeit aufzuhalten im Stande ist? Wenn wir uns einen Raum, der keine Gränzen, also auch keine Gestalt hat, nicht mehr vorstellen können, so begreifen wir eben so wenig, wie der Urheber aller Dinge, nachdem er Myriaden von Weltsystemen ihr Daseyn gegeben hatte, nun plötzlich in den Aeußerungen seiner schaffenden Allmacht aufgehalten werden, oder wie er sich selbst ein, wenn auch noch so entferntes, doch immer endliches Ziel seiner Wirksamkeit gesetzt haben sollte.

§. 200. (Einwurf gegen die unendliche Anzahl der Fixsterne.) Aber, könnte man einwenden, wenn die Zahl der Sterne des Himmels in der That, und im eigentlichen Sinne des Wortes unendlich seyn soll, so müßte auch jeder unserer Gesichtsstrahlen auf einen, ja selbst wieder auf unendlich viele hinter einander stehende Sterne stoßen und die Folge davon müßte seyn, daß uns der Himmel in allen seinen Punkten mit Sternen ganz bedeckt, daß uns jeder Punkt desselben ganz eben so hell, als die Sonne selbst, erscheinen würde. Da dieß nun offenbar gegen alle Erfahrungen ist, so kann auch jene Voraussetzung einer wahrhaft unendlichen Zahl von Fixsternen nicht zugelassen werden.

Da wir, ebenfalls unseren Erfahrungen zufolge, noch nirgends in der ganzen Natur einen völlig leeren Raum angetroffen haben, so ist es auch nicht wahrscheinlich, daß die großen Räume, welche unsere Planeten, und die noch viel größeren, welche die Sonnensysteme unserer Milchstraße und welche diese Milchstraßen selbst von einander trennen, ganz leer und von keiner Materie ausgefüllt seyn sollten. Wir haben erst in den neuesten Zeiten eine Art von directem Beweis für die Existenz eines solchen Aethers, oder wie man diese Materie sonst nennen mag, an dem Kometen von $3^3/_{10}$ Jahren Umlaufszeit erhalten, von dem wir oben (I. S. 269.) ge-

sprochen haben. Welcher Art dieser Aether, wie groß auch seine Feinheit und Durchsichtigkeit seyn mag, so wird er doch das Licht der Fixsterne, das sich in dem Mittel dieses Aethers bewegt, schwächen müssen und die Folge dieser Schwächung wird endlich seyn, daß dieses Licht nicht mehr bis zu uns vordringen kann, oder doch einen ganz unmerklichen Eindruck auf unser Auge machen muß. Nehmen wir mit Olbers, dem wir die Untersuchung dieses Gegenstandes verdanken, an, daß von 800 Strahlen, die uns Sirius oder überhaupt jeder Stern der ersten Größe, der eine Sternweite (4 Bill. Meilen) von uns entfernt ist, zusendet, auch nur ein einziger durch den Widerstand des Aethers verloren geht, so wird, wie man durch eine einfache Rechnung findet, die Helligkeit eines Sternes, wenn sie in der Entfernung einer Sternweite gleich der Einheit gesetzt wird, in der Entfernung von 84 Sternweiten nur mehr $\frac{9}{10}$ seyn, also bereits $\frac{1}{10}$ ihrer frühern Helligkeit verloren haben. In der Distanz von 554 Sternweiten wird diese Helligkeit nur mehr $\frac{1}{2}$, in der Distanz von 5500 Sternweiten aber bloß $\frac{1}{1000}$ ihrer ursprünglichen Größe betragen.

Nach Bouguers Messungen ist das Licht des Vollmonds nahe 300000 mal schwächer, als das der Sonne. Sucht man, jenen Rechnungen zufolge, die Distanz eines Sterns, dessen Licht nur mehr mit dem 300000sten Theile seiner ursprünglichen Größe zu uns kömmt, so findet man ihn gleich 10080 Sternweiten. Es würden daher schon sehr viele und dicht gedrängte Sterne erfordert werden, um einen so ungemein weit von uns entfernten Sternhaufen, selbst in der dunkelsten Nacht, noch als einen matten, blassen Nebelfleck erkennen zu lassen.

Der oben erwähnte Einwurf hindert uns alle nicht, die Anzahl der Sterne in der That als unendlich, und den Weltenraum nach allen Richtungen als völlig unbegränzt anzunehmen. Auch stimmt dieß ganz mit den Vorstellungen überein, denen wir uns nicht entziehen können, wenn wir uns, wenn gleich nur aus unendlicher Ferne, im Gedanken bis zu dem Urheber der Natur zu

erheben wagen. Um den Raum der Schöpfung in einem Verhältnisse mit der unendlichen Macht des Schöpfers zu denken, müssen wir, mit Kant, dem höchsten Wesen eine doppelte Ewigkeit beilegen, denn die Ewigkeit der Zeit allein ist noch nicht hinreichend, die Zeugnisse dieses Wesens zu umfassen; sie muß noch mit der Ewigkeit des Raumes verbunden werden, mit der gränzenlosen Unendlichkeit der Wirkungssphäre, deren Dauer und Ausdehnung gleich unbeschränkt gedacht wird.

§. 201. (Größe der Fixsterne.) Wenn man den scheinbaren Halbmesser Δ eines Fixsterns oder den Winkel kennt, unter welchem dieser Halbmesser unserem Auge erscheint, und wenn überdieß die Entfernung a dieses Sterns von uns bekannt ist, so findet man daraus leicht auch die absolute Größe dieses Halbmessers r in irgend einem uns gewöhnlichen Maaße ausgedrückt. Wird z. B. der scheinbare Halbmesser Δ in Secunden und die Entfernung a in Erdweiten, deren jede nahe 20 Millionen Meilen beträgt, ausgedrückt, so ist der wahre Halbmesser r des Sternes gleich a multiplicirt in dem Sinus von Δ oder auch, der wahre Halbmesser r ist gleich dem Produkte von a und Δ multiplicirt in die Zahl $0{,}000004848$.

Diese Entfernung a aber findet man aus der jährlichen Parallaxe π des Sternes (I. §. 68) das heißt, aus dem Winkel, unter welchem von einem Auge in dem Fixsterne der Halbmesser der Erdbahn oder die Erdweite gesehen wird. Es ist nämlich immer die Entfernung a gleich der Zahl 206260 dividirt durch die Parallaxe π, wenn dieser Winkel π auch in Secunden ausgedrückt wird.

Daraus folgt zugleich, daß wenn der scheinbare Halbmesser Δ und die Parallaxe π gegeben sind, man auch die Distanz a als gegeben ansehen kann, da immer a gleich Δ dividirt durch π ist.

Die vorhergehenden Gleichungen reichen hin, je zwei der vier Größen a, r, π und Δ zu finden, wenn die zwei anderen gegeben sind. Allein unsere Kenntnisse der Fixsterne sind noch so unvollkommen, daß auch von keinem einzigen derselben selbst nur eine dieser vier Größen mit Verläßlichkeit als bekannt angenommen

werden kann. Es bleibt uns daher nichts übrig, als willkührliche Voraussetzungen zu wagen, und zuzusehen, welche Folgen sie haben würden.

Ich habe bereits oben gesagt, daß alle Fixsterne in guten Fernröhren nur als untheilbare Punkte ohne alle Dimensionen erscheinen. Nehmen wir aber z. B. an, daß der scheinbare Halbmesser der Sterne gleich $^1/_{10}$ Secunde sey und daß man von mehreren derselben die Parallaxe von 2, 1, $^1/_2$ Secunde u. s. gefunden habe. Die folgende kleine Tafel gibt dann unter der Voraussetzung von $\Delta = \frac{1}{10,}$ für verschiedene Parallaxen π die Entfernungen a sowohl, als auch die wahren Halbmesser dieser Sterne in Erdweiten ausgedrückt.

Parallaxe π	Entfernung a	wahrer Halbmesser r
$2''$	103130	$\frac{1}{20}$
$1''$	206260	$\frac{1}{10}$
$0,_5''$	412520	$\frac{1}{5}$
$0,_1''$	2062600	1

Multiplicirt man diese Zahlen durch 20000000, so erhält man die Entfernungen und Halbmesser der Sterne in d. Meilen ausgedrückt. Da aber die Erdweite gleich 214 Sonnenhalbmessern ist, so wird man die Halbmesser r der Tafel in Sonnenhalbmessern erhalten, wenn man die Zahlen derselben mit 214 multiplicirt. So sieht man, daß ein Fixstern, dessen Parallaxe $2''$, und dessen scheinbarer Halbmesser $\frac{1''}{10}$ ist, den wahren Halbmesser $r = 11$ haben, oder daß sein Halbmesser 11 mal größer als der der Sonne seyn muß. Ein Fixstern aber, für den man $\Delta = \pi = \frac{1}{10}$ Secunde hat, wird einen Halbmesser haben, der so groß als der

Halbmesser der Erdbahn oder 214mal größer, als der Halbmesser der Sonne ist.

Der ältere Herschel glaubte aus seinen Beobachtungen folgern zu können, daß bei dem großen Stern Wega in der Leyer der scheinbare Halbmesser Δ den sechsten Theil einer Secunde betrage. Nimmt man an, daß er 200000 Erdweiten, oder daß er eine Sternweite von uns entfernt ist, so findet man $r = 0{,}_{16}$. Dann würde also sein wahrer Halbmesser $0{,}_{16}$ Erdweiten betragen, oder er würde 34 mal größer seyn, als der Halbmesser der Sonne. Sollte aber umgekehrt Wega an Größe unserer Sonne gleich, also r gleich $\frac{1}{214}$ Erdweiten seyn, und Δ doch noch den sechsten Theil einer Secunde betragen, so würde man für die Parallaxe π desselben 36″ finden, was nicht möglich ist, da man eine so große Parallaxe an diesem so oft beobachteten Fixstern längst entdeckt haben würde. — Würde bei einem Fixstern Δ sowohl als auch π gleich einer Secunde seyn, so würde dieser Stern 206260 Erdweiten also nahe eine Sternweite oder 4 Billionen Meilen von uns entfernt seyn, und sein wahrer Halbmesser würde gleich der Erdweite, das heißt, dieser Fixstern würde so groß seyn, daß er den ganzen Raum der Erdbahn mit seinem Volum ausfüllen würde. Wir haben oben von andern Himmelskörpern gesprochen, die aus der Tiefe des Weltraums nur mit einem matten Lichte zu uns herüberschimmern, und deren Entfernung Herschel auf 10000 Sternweiten, also auf 2000 Millionen Erdweiten geschätzt hat. Welche Ausdehnung müssen diese Körper haben, da sie auch in dieser ungeheuren Entfernung öfter noch einen scheinbaren Halbmesser von mehreren Minuten haben. Nimmt man aber diesen Halbmesser auch nur zu zehn Secunden an, so folgt daraus durch unsere Gleichungen, wenn man in ihnen $\Delta = 10$ und $a = 2000$ Millionen setzt, daß π gleich $0{,}_{000103}$ Secunden und r gleich 96960 Erdweiten seyn muß, d. h. der wahre Halbmesser derselben ist nahe 21 Millionenmal größer, als der der Sonne, oder der Durchmesser dieser Körper beträgt 4 Billionen Meilen oder eine Sternweite und aus dieser Entfernung erscheint der Halbmesser der Erdbahn, eine Distanz von mehr als 20 Mil-

lionen Meilen, nur mehr unter dem Winkel von dem zehntausendsten Theil einer Secunde. Wenn also auch unsere Sonne so groß wäre, daß sie den ganzen Raum der Erdbahn mit ihrem Körper ausfüllte, ja wenn sie selbst noch im Durchmesser 10000mal, also im Volum ein Billionenmal größer wäre, so würde sie doch in jener Ferne nur mehr unter dem Winkel von einer Secunde, also nahe von einem Durchmesser erscheinen, der schon von dem zehnten Theile der Dicke eines gewöhnlichen Menschenhaares bedeckt wird.

Diese unsere Sonne könnte daher plötzlich erlöschen und unser ganzes Planetensystem könnte wieder in die alte Nacht, aus der es hervorgegangen ist, zurücksinken, ohne auf jenen Himmelskörpern auch nur vermißt zu werden. Wie klein erscheint hier jede menschliche Größe! Wie klein selbst dieses ganze Sonnensystem gegen jenes unzählbare Heer von Systemen; dieser Wassertropfen, der an einer Nadelspitze hängt, gegen jenes unendliche Meer von Welten.

§. 202. (Größe der Sterne in Beziehung auf ihr Licht.) Da wir auf die eigentliche Größe oder auf das Volum der Sterne nur aus dem Lichte, welches sie uns zuschicken, schließen können, ein Schluß, der oft sehr unrichtig seyn mag, da das Licht der Sterne sehr verschieden seyn kann, so wollen wir noch sehen, was wir über dieses Licht der Sterne in Vergleichung mit dem unserer Sonne sagen können.

Wollaston hat durch directe photometrische Untersuchungen (Phil. Trans. 1829. S. 24), gegen deren Richtigkeit sich nichts Bedeutendes einwenden läßt, gefunden, daß das Licht, welches uns Sirius zuschickt, zu dem der Sonne sich verhalte, wie 1 zu 20000 Millionen. Da nun diese Zahl das Quadrat von 141400 ist, so folgt, daß die Sonne erst in einer Entfernung von 141400 Erdweiten (nahe 3 Billionen Meilen) uns so groß wie Sirius erscheinen würde. Nimmt man nun die Parallaxe dieses Sterns gleich einer Secunde oder seine Entfernung gleich 200000 Erdweiten an, so muß das Licht des Sirius an sich wenigstens zweimal so groß seyn, zweimal so viel Glanz oder Intensität haben, als das unserer Sonne. Allein die Parallaxe des Sirius ist

gewiß viel kleiner, als eine Secunde, und daher auch sein Licht viel größer, als wir so eben gefunden haben. Vielleicht wird es unsern Nachfolgern gegönnt seyn, diese und ähnliche Untersuchungen weiter fortzuführen; wir müssen uns noch mit bloßen Conjecturen und mit frommen Wünschen begnügen, und da wir derselben in diesem Kapitel schon so viele vorgebracht haben, so wird es besser seyn, auch sie nicht weiter fortzuführen, und, was etwa noch dazu gethan werden könnte, unsern Lesern zu überlassen.

Kapitel XIII.

Doppelsterne.

§. 203. (Sternreiche Gegenden des Himmels.) Schon dem bloßen Auge begegnen auf den ersten Blick mehrere Stellen des Himmels, die viel dichter mit Sternen besät sind, als andere. So zeigt sich der größte Theil des schönen Sternbildes Orion, die Leier, die Gegend zwischen β und ζ im Stier u. s. sehr sternreich, während wieder andere, wie das Sternbild des Luchses, des Camelopards u. s. w. nur sehr wenige und kleine Sterne enthalten. Zu den letzten gehören auch die ganz dunklen Stellen des Himmels nahe am Scorpion, am Fuchse, mitten in dem großen Lichtnebel Orions, und endlich die sogenannten Kap'schen Wolken oder die Kohlensäcke beim südlichen Kreuze in der andern Hemisphäre.

Auch sieht man häufig einzelne Sterngruppen oder Stellen, wo mehrere größere Sterne in einem kleinen Raume zusammen gedrängt erscheinen. Die Plejaden, am Halse des Stiers, die unter dem Namen der Gluckhenne bekannt sind, enthalten auf dem Raume eines Kreises, dessen Halbmesser kaum einen Grad beträgt, einen Stern vierter, sechs fünfter, fünf sechster und zwei und dreißig siebenter Größe, nebst vielen andern noch kleineren, also 44 mit freien Augen noch erkennbare Sterne. Die bekannte Krippe im Sternbilde des Krebses (AR = 8h 29′, Poldist. = 69° 30′) enthält auf der Fläche eines halben Quadratgrades über

40 deutlich erkennbare Sterne, vieler anderer kleinerer nicht zu erwähnen.

Es ist nicht wahrscheinlich, daß dieses Zusammendrängen der Sterne an besonderen Stellen des Himmels bloß von dem Zufalle oder von der Stellung unseres Auges kommen sollte. Wenn man die aus den Beobachtungen bekannte Anzahl der Sterne der siebenten Größe mit den 44 Sternen der Plejaden vergleicht, so zeigt die Wahrscheinlichkeitsrechnung, daß man viele Millionen gegen eins wetten kann, daß die enge Nachbarschaft der letzteren nicht zufällig ist.

§. 204. (Doppelsterne.) Dasselbe gilt aber auch von denjenigen Sternen, die man so häufig am Himmel paarweise und in sehr geringen Entfernungen von einander stehen sieht. Sie sind öfter nur durch wenige Secunden von einander getrennt und kommen so häufig vor, daß wir ihrer schon über 6000 beobachtet haben. Diese Nähe und noch mehr diese große Anzahl der Doppelsterne macht es äußerst unwahrscheinlich, daß sie diese Duplicität nur ihrer Stellung gegen unser Auge verdanken, daß sie nur optisch doppelt seyn, daß sie nämlich für uns bloß auf derselben Gesichtslinie stehen und demungeachtet doch durch sehr große Distanzen von einander getrennt seyn sollten. Wir sind also veranlaßt, diese Sterne für physisch doppelt anzunehmen, für Sternenpaare, die in der That nahe an einander stehen, die zusammen gehören und die durch irgend ein gemeinschaftliches Band zu einem Ganzen, zu einem eigenen, isolirten Systeme verbunden sind. Wir werden diese Annahme bald noch mehr bestätiget finden.

§. 205. (Klassen der Doppelsterne). Der ältere Herschel, der die Doppelsterne zuerst zu einem Gegenstande seiner besondern Aufmerksamkeit machte, und der sie gegen das Jahr 1780 zu beobachten anfing, fand bald eine so große Anzahl derselben, daß er es für nöthig fand, sie in Klassen einzutheilen. Als Eintheilungsgrund nahm er die verschiedenen Distanzen derselben an und setzte in die erste Klasse alle diejenigen, deren Distanz kleiner als 4 Secunden war; zur zweiten Klasse zählte er die, deren Distanzen zwischen 4 und 8, zur dritten, die zwischen 8 und 16 Secunden, und zur vierten endlich, die zwischen 16 bis 32 Secunden.

Von den 6000 Doppelsternen, die wir jetzt kennen, gehören nahe 1930 in die erste, 1310 in die zweite, nahe eben so viel in die dritte und 1450 in die vierte Klasse.

In den neueren Zeiten hat man diese Eintheilung wieder verlassen, vorzüglich aus dem Grunde, weil diese Distanzen, wie wir bald sehen werden, veränderlich sind und daher kein gutes Mittel zur Eintheilung geben können. Man führt sie jetzt gewöhnlich so, wie alle anderen Sterne auf, indem man von den größeren der beiden Sterne die Rectascension und Poldistanz (I. Einl. §. 22. 29) in dem Sternenverzeichnisse angibt, was hinreichend ist, seinen Ort am Himmel zu jeder Zeit zu finden. Diesen beiden Angaben wird dann noch die Distanz Δ der beiden Sterne in Secunden und der Positionswinkel Π beigefügt, d. h. der Winkel, welchen diese Distanz mit dem Declinationskreise (I. Einl. 13) des größern Sterns bildet.

§. 205. (Verhältniß der doppelten Sterne zu den einfachen.) Nach den Untersuchungen, die man über die Anzahl der Doppelsterne, indem man sie aus den einfachen heraus suchte, angestellt hat, findet man, daß von den Sternen der ersten bis sechsten Größe auf je 10 solcher Sterne schon ein Doppelstern kömmt. Von den Sternen der sechsten bis neunten Größe aber findet man nur auf je 25 und von noch kleineren erst unter je 42 einfachen Sternen einen Doppelstern. Die Doppelsterne werden also seltener, je kleiner die Sterne selbst sind. Dieß und die oben bemerkte größere Anzahl der Doppelsterne der ersten Klasse ist sehr merkwürdig. Wenn die Doppelsterne nur optisch oder bloß scheinbar doppelt wären, so müßten die der vierten Klasse die häufigsten und die der ersten im Gegentheile die seltensten seyn. Da die Flächen der Kreise von 4, 8, 16 und 32 Secunden sich wie die Zahlen 1, 4, 16 und 64 verhalten, so müßten sich die Zahlen der Doppelsterne, wenn sie bloß optisch wären, in den vier Klassen wie 1, 3, 12 und 48 verhalten, so daß also von 64 optischen Doppelsternen nur ein einziger von der ersten, 3 von der zweiten, 12 von der dritten und 48 von der vierten Klasse seyn müßten. Wir hat-

ten aber oben 1450 Doppelsterne der vierten Klasse gefunden, so daß, wenn diese alle optische Doppelsterne wären, der dritten Klasse 362, der zweiten 91 und der ersten nur 30 zukommen könnten. Allein nach dem Vorhergehenden gaben die Beobachtungen für die dritte Klasse nicht 362, sondern 1310, für die zweite nicht 91, sondern 1310 und für die erste Klasse nicht 30, sondern 1930. Dieser gänzliche Mangel an Uebereinstimmung, den zuerst Struve bemerkte, zeigt, daß die Doppelsterne der ersten Klasse beinahe alle wahre oder physisch doppelte Sterne seyn müssen, und daß derselbe Schluß auch noch von den meisten Sternen der zweiten und dritten Klasse gilt.

§. 206. (Verschiedenheit der Doppelsterne.) Gewöhnlich ist der eine dieser beiden Sterne viel kleiner als der andere, wie z. B. bei dem Polarstern, wo der eine der zweiten und der andere der eilften Größe ist. Oft sind aber auch beide Sterne an Größe einander sehr nahe gleich. Dahin gehören γ Widder, die beide der V. Größe sind; Castor der III. und IV.; γ Löwe der II. und IV.; γ Jungfrau der III. und III.; β großer Bär der III. und IV. u. s. f. Wenn solche Sterne, wie die erwähnten, beide schon zu den größeren gehören und überdieß einander sehr nahe stehen, so ist es offenbar noch viel wahrscheinlicher, daß sie physisch doppelt sind und in der That zu einander, zu einem gemeinschaftlichen Ganzen gehören. Dieß ist der Fall bei Castor, wo die Distanz nur 4 Secunden, bei γ Löwe und γ Jungfrau, wo sie nur 3 Secunden beträgt u. s.

§. 207. (Eigene Bewegung der Fixsterne.) Es wurde bereits (oben I. Kap. XII.) erwähnt, daß jeder Fixstern, außer den ihnen allen gemeinschaftlichen Bewegungen der Präcession, Aberration und Nutation, noch eine eigene Bewegung habe, deren Grund die Astronomen bisher nicht auffinden konnten. Diese Bewegung ist bei mehreren derselben nicht unbedeutend, wie folgende kleine Tafel zeigt, welche die Ortsveränderung der darin enthaltenen Sterne während einem Jahrhunderte enthält:

	Rectasc.	Poldistanz
Θ Ursae majoris	164 Sec.	61 Sec.
τ Ceti	181 —	92 —
40 Eridani	222 —	339 —
47 Eridani	430 —	83 —
24 Cephei	509 —	3 —
61 Cygni	503 —	339 —
μ Cassiopeiae	571 —	150 —

Dieselbe eigene Bewegung bemerkt man auch bei den Doppelsternen. Nehmen wir an, daß einer derselben sich während einem Jahrhunderte durch 300 Secunden bewege, so würde er seit dem Anfange unserer Zeitrechnung oder seit 18 Jahrhunderten schon einen Weg von $1^1/_2$ Grad am Himmel zurückgelegt haben. Dieser Weg beträgt dreimal so viel, als der Durchmesser des Mondes, und in der That kann er, wegen der sehr großen Entfernung des Sterns, viele Billionen von Meilen betragen. Und doch wurde er auf dieser so großen Bahn stets von seinem andern Stern begleitet! Beide zogen mit einander und der Stern, der zur Zeit vor Christi Geburt ein Doppelstern war, erscheint auch in unseren Tagen noch als ein solcher, wenn gleich sein Ort am Himmel um Billionen Meilen von dem Orte, den er in früheren Zeiten eingenommen hat, verschieden seyn mag. Kann man hier noch zweifeln, daß die Doppelsterne in der That zu einander gehören?

§. 208. (Vertheilung der Doppelsterne am Himmel.) Die Doppelsterne sind nicht in allen Gegenden des Himmels gleich zahlreich. Gewöhnlich sind diejenigen Gegenden, die überhaupt nur wenig einfache Sterne enthalten, auch an Doppelsternen sehr arm, z. B. die der Jagdhunde, der Drachen, der Bildhauerwerkstätte, also überhaupt in der Nähe der beiden Pole der Milchstraße. Wie man sich aber dieser Milchstraße nähert, nimmt die Zahl der einfachen sowohl, als auch der doppelten Sterne schnell zu. Aber auch außer der Milchstraße gibt es einzelne Gegenden, die an Doppelsternen sehr reich sind, wie das Sternbild des Perseus, des Widders, der Fliege, der Zwillinge und besonders des Orion.

Nicht selten sieht man auch zwei solche Doppelsterne, also vier

Sterne, deren je zwei einander sehr nahe stehen, auf einmal in dem Felde des Fernrohrs. Dieß ist z. B. der Fall bei β Leier und im Sternbilde des Schwans (AR = 20h, Pold. = 54° 42′).

§. 209. (Drei- und mehrfache Sterne.) Zuweilen bemerkt man auch drei Sterne in einer großen Nähe bei einander. Ein solcher ist z. B. im Orion (AR = 4h 49′, Pold. = 75° 45′), von denen zwei der VII. und der dritte der X. Größe ist. Andere sieht man im Luchse (AR = 6h 30′, Pold. = 30° 23′) bei ζ Krebs, ξ Waage, 7 Stier u. s. Im Stier findet sich ein Doppelstern der vierten Klasse, wo der größere Stern selbst wieder ein Doppelstern der ersten Klasse ist. Ein ähnlicher dreifacher Stern ist ψ in der Cassiopeia. In den Trippelsternen von π Einhorn, ζ Krebs, ψ Waage gehören alle drei Sterne zu den größeren.

Auch vier- und mehrfache Sterne sind nicht selten am Himmel zu finden. Ein solcher vierfacher Stern ist Θ im Orion. Er steht nahe in dem dunkelsten Theile des merkwürdigen Nebels im Orion und die vier Sterne desselben bilden ein nahe regelmäßiges Viereck. Obschon dieser schöne Gegenstand seit langer Zeit von den Astronomen mit den besten Fernröhren beobachtet worden ist, so entdeckte doch Struve i. J. 1825 in der Mitte dieses Vierecks noch einen kleinen fünften Stern, der seitdem so hell geworden ist, daß ihn jetzt jeder, mit einem guten Fernrohr versehene Beobachter ohne Anstand bemerken kann. Es scheint daher, daß dieser neue Stern erst in den letzten Zeiten entstanden, und daß er jetzt im Wachsen begriffen ist. Oft sieht man auch zwei Sternenpaare, nahe bei einander, zugleich im Felde des Fernrohrs, wie bei ε Leier, über σ Orion, in AR = 7h 48′ und Pold. = 34° 9 oder in AR = 16h 24′ und Pold. = 70° 33, u. s.

Ohne die übrigen vielfachen Sterne hier noch weiter zu verfolgen, bemerken wir nun, daß Struve den Stern σ im Orion, unmittelbar unter dem tiefsten der drei Sterne, die unter dem Namen des Jacobsstabes bekannt sind, als einen sechszehnfachen Stern erkannt hat.

§. 210. (Bewegung der Doppelsterne um einander.) Wir haben bereits oben gesagt, daß die Doppelsterne, so wie überhaupt alle

Sterne des Himmels, eine eigene fortschreitende Bewegung im Raume haben, und daß sie, dieser Bewegung ungeachtet, nicht aufhören doppelt zu bleiben, daß also diese Sternpaare ihren großen Weg im Weltraume wie zwei eng verbundene Wanderer gemeinschaftlich zurücklegen. Der merkwürdigste unter diesen Zwillingssternen ist der oben erwähnte Doppelstern 61 im Schwan. Man findet ihn am Himmel zwischen den beiden größeren, aber einfachen Sternen ν und τ dieses Sternbildes beinahe in der Mitte derselben oder in der Rectascension 21h 0′ und Poldistanz 52° 3′. Dieser Stern hat eine sehr große eigene Bewegung, nämlich in 100 Jahren durch 503″ in Rectascension und durch 339″ in Declination. Sie sind alle beide nahe von der sechsten Größe und ihre Distanz beträgt nahe 15 Secunden. Aus den angeführten zwei Bewegungen dieses Doppelsterns folgt, daß er sich, während einem Jahrhundert, in der Richtung seiner Bahn durch 607 Secunden bewegt. Dieser Stern hat also seit Chr. G. über drei Grade, d. h. über sechs Monddurchmesser am Himmel zurückgelegt, ohne von seinem Begleiter auch nur einen Augenblick verlassen worden zu seyn.

Wenn aber eine so große, gemeinschaftliche Bewegung der beiden Sterne eines Doppelgestirns schon so deutlich für ihr inneres Zusammengehören spricht, so wird dafür durch eine andere Bewegung, die man an ihnen bemerkt hat, diese Vermuthung zu einer nicht weiter zu bezweifelnden Gewißheit erhoben. Man hat nämlich schon bei sehr vielen dieser Sternenpaare eine Bewegung des einen um den anderen dieser Sterne bemerkt. Der Begleiter beschreibt um seinen Centralstern, als um einen Mittelpunkt, eine kreisförmige oder elliptische Bahn, ganz eben so, wie die Planeten um die Sonne, oder die Satelliten um ihre Hauptplaneten Bahnen beschreiben.

Wenn man nämlich bei diesen Doppelsternen die Distanz Δ derselben, und den Positionswinkel Π zu zwei oder mehr verschiedenen Zeiten beobachtet, so findet man, daß sich diese Größen re-regelmäßig ändern, und daß der Winkel Π insbesondere schon in wenig Jahren beträchtlich zu- oder abgenommen hat, woraus folgt, daß sich der eine dieser Sterne um den andern bewegen muß.

Was zuerst die Distanz Δ der beiden Sterne betrifft, so nimmt sie bei einigen Sternen regelmäßig zu, wie z. B. bei dem merkwürdigen Stern Mira Ceti (AR = 2h 10′, Pold. = 93° 48′); bei andern im Gegentheile wird sie immer kleiner, wie bei ζ Orion, γ Jungfrau, σ Krone u. s. Bei einigen endlich, wie bei Castor, ζ großer Bär u. a. scheint diese Distanz immer dieselbe zu bleiben. Bei diesen letzten scheint daher die Bahn des Begleiters nahe kreisförmig zu seyn und senkrecht auf unsere Gesichtslinie zu stehen, daher wir gleichsam den ganz geöffneten Ring dieser Bahn sehen, während bei dem ersten die elliptische Bahn sehr schief gegen die Gesichtslinie liegt und wir gleichsam nur die scharfe Kante derselben erblicken.

Wichtiger aber, oder doch auffallender sind die Veränderungen des Positionswinkels Π der Distanz Δ mit dem Deklinationskreise des Centralsterns. In dem Doppelgestirn ζ Krebs ändert sich dieser Winkel in hundert Jahren schon um 60 Grade, in η Cassiopeia um 12, in Castor sogar um 142 Grade, und zwar sehr regelmäßig, während wieder bei anderen, wie in γ Jungfrau, die Veränderung dieses Winkels bald langsam, bald wieder sehr schnell vor sich geht, woraus man mit Recht auf eine sehr excentrische Bahn dieses Doppelsterns schließen kann. Es gibt sogar mehrere Doppelsterne, deren Positionswinkel sich, seit der ersten Beobachtung desselben durch Herschel, schon um volle 360 Grade verändert, bei welchen demnach der Begleiter schon einen ganzen Umlauf um seinen Centralkörper vollendet hat. Bei anderen endlich ist diese Veränderung des Positionswinkels so groß und so regelmäßig, daß man schon aus den Beobachtungen einiger Jahrzehnte mit Sicherheit auf die ganze Zeit der Revolution derselben schließen kann. So fand man

für η Krone die Umlaufszeit			43	Jahre
ξ großer Bär	—	—	61	—
70 Ophiuchus		—	80	—
Castor	—	—	253	—
σ Krone	—	—	287	—
61 Schwan	—	—	452	—
γ Jungfrau	—	—	513	—

Es ist kein Zweifel, daß wir bald noch mehrere Doppelsterne kennen lernen werden, deren Umlaufszeit wir nicht angeben können, da es erst 50 Jahre ist, seitdem sich die Astronomen mit ihnen besonders beschäftiget haben, so daß dieser interessante Gegenstand noch zu den neuen gezählt werden muß, deren weitere Ausbildung erst erwartet wird.

§. 211. (Bedeckungen der Fixsterne unter einander.) Wir bemerken öfter, daß der Mond vor der Sonne oder vor den Fixsternen vorübergeht und uns dadurch den Anblick dieser Gestirne auf einige Zeit raubt. Diese Sonnenfinsternisse und Sternbedeckungen (I. 175) beobachten die Astronomen mit besonderem Fleiße, weil sie die besten Mittel zur Bestimmung der geographischen Längen der Beobachtungsorte auf der Oberfläche der Erde darbieten. Auch sieht man zuweilen diese Sterne durch die Planeten, oder selbst, obwohl selten genug, einen Planeten durch den andern bedecken; aber daß auch die Fixsterne sich unter einander bedecken sollten, dieß würde man noch vor wenig Jahren für unmöglich gehalten haben.

Wenn aber die Ebene der Bahn des Doppelsterns so schief gegen unsere Gesichtslinie liegt, daß uns dieselbe nur mehr nahe wie eine gerade Linie erscheint, und solcher Bahnen gibt es, wie wir oben gesehen haben, mehrere, so wird uns eine solche Erscheinung nicht mehr wunderbar vorkommen können. In diesem Fall scheint nämlich der Begleiter um seinen Centralstern eine gerade, durch diesen Stern gehende Linie zu beschreiben, und wenn er demselben auf diesem Wege nahe genug kömmt, so wird er ihn entweder bedecken oder von ihm bedeckt werden, je nachdem er, in Beziehung auf uns, vor oder hinter seinem Centralkörper vorübergeht. Dieß ist z. B. der Fall mit dem Doppelstern τ im Schlangenträger ($AR = 17^h\ 53'$, $Pold. = 98^\circ\ 10'$). Der ältere Herschel sah ihn i. J. 1781 noch als einen, obschon bereits sehr nahen Doppelstern. Sein Sohn und Struve sahen ihn i. J. 1828 nur mehr einfach, aber doch noch in einer länglichen Gestalt. Jetzt aber erscheint er, selbst durch die besten Fernröhre, als ein vollkommen einfacher, runder Stern. Nach einigen Jahren werden wir ihn ohne Zweifel wieder doppelt sehen.

Der Doppelstern ζ Orion im Gegentheile wurde von dem älteren Herschel vor 50 Jahren als ein bestimmt einfacher Stern bemerkt, während er jetzt zu den Doppelsternen gehört, dessen Distanz wohl noch sehr klein ist, aber doch deutlich mit der Zeit wächst. Dasselbe ist der Fall mit ζ Hercules und δ Schwan, die früher ebenfalls einfach waren und jetzt doppelt gesehen werden. Auch die Bahn von γ Jungfrau liegt sehr schief gegen uns und die Distanz dieses Doppelsterns wurde in den letzten Zeiten so klein (sie war i. J. 1830 nur mehr $1,_5''$), daß man schon einer Bedeckung desselben entgegen sah, allein seitdem wächst diese Distanz wieder, und die Ebene der Bahn geht daher nicht genau durch unsere Sonne, daher der Begleiter über dem Centralstern vorbeiging.

§. 212. (Erste Meinung von den Doppelsternen.) Als Herschel i. J. 1780 sich mit diesen Gestirnen zu beschäftigen anfing, hatte er die Ansicht, daß sie alle, oder doch meistens nur optisch doppelt wären, daß sie also, wenn gleich vielleicht in sehr großen Entfernungen hinter einander, doch für uns nahe auf derselben Gesichtslinie stehen. Er sah bald, daß sie, wenn anders diese Meinung gegründet ist, ein sehr gutes Mittel zur Bestimmung der Parallaxe des näheren Sterns geben würde und dieß war auch der Zweck, welchen er durch die Beobachtung dieser Gestirne zu erreichen suchte. Wenn wir nämlich einen solchen Doppelstern von den entgegengesetzten Punkten der jährlichen Bahn der Erde um die Sonne, also zu zwei um ein halbes Jahr von einander entfernten Zeiten, beobachten, so wird der nächste von beiden seinen Ort gegen den weitern unbeweglichen, zu ändern scheinen, und aus diesen Aenderungen wird sich die Entfernung desselben von der Erde um so sicherer ableiten lassen, als die Vergleichung der Distanz der beiden Sterne sich hier mit der größten Schärfe anstellen läßt. Allein, wie es öfter zu gehen pflegt, er fand nicht, was er suchte, die Parallaxe der Fixsterne, aber er fand dafür etwas anderes, was nicht minder interessant war, die Bewegung des einen derselben um den anderen, und diese Entdeckung mit allen ihren Folgen mußte ihn wohl nicht weniger überraschen, als ihn die Erfüllung seines ersten Wunsches erfreut haben würde.

Den Lesern ist die Methode, die Entfernung der Gestirne aus

ihrer Parallaxe zu finden, schon aus I. Kap. V. bekannt. Da es sich aber hier um die sehr großen Entfernungen handelt, um welche die Fixsterne von uns abstehen, so wird es nicht unzweckmäßig seyn, den Zusammenhang zwischen der Parallaxe und der Entfernung eines Fixsterns unter verschiedenen Voraussetzungen der ersten durch eine kleine Tafel gleichsam mit einem Blicke übersehen zu lassen.

Nehmen wir also an, daß der Durchmesser der Erdbahn, der zu den beiden, ein halbes Jahr von einander entfernten Beobachtungen gehört, so gewählt worden ist, daß er auf der Gesichtslinie von dem Stern nach der Sonne senkrecht steht, und nennen wir α den Winkel, unter welchem ein Auge in der Sonne diesen Halbmesser der Erdbahn, der 20658000 d. Meilen beträgt, sehen wird, so wie R die daraus folgende Entfernung des Sterns von der Sonne und endlich, um die hier für R enthaltenen großen Zahlen leichter zu übersehen, T die Zeit, in welcher das Licht diese Entfernung R zurücklegt, vorausgesetzt, daß das Licht in einer Secunde 41900, also in einem Tage 3620 Millionen und in einem gemeinen Jahre 1322263 Millionen Meilen durchläuft.

α	R	T
Min.		
5	13700 Mill. Meilen	$3^{8}/_{10}$ Tage
4	17200 —	$4^{7}/_{10}$ —
3	22900 —	6 —
2	34400 —	9 —
1	68700 —	18 —
Sec.		
30	137000 Mill. Meilen	. .
20	206000 —	. .
10	412000 —	$3^{7}/_{10}$ Monate
5	825000 —	$7^{6}/_{10}$ —
Sec.		
4	1 Billion Meilen	$^{8}/_{10}$ Jahre
3	$1^{1}/_{2}$ —	$1^{1}/_{10}$ —
2	2 —	$1^{1}/_{2}$ —
1	4 —	3 —
$^{1}/_{2}$	$8^{1}/_{4}$ —	6 —
$^{1}/_{10}$	41 —	31 —
$^{1}/_{100}$	412 —	310 —

Diese Tafel zeigt also, wie schnell die Distanz eines Sterns von uns zunimmt, wenn der Winkel α oder die jährliche Parallaxe desselben kleiner wird. Ist dieser Winkel gleich einer Secunde, d. h. erscheint der Halbmesser der Erdbahn, von dem Stern gesehen, nur mehr unter dem Winkel von einer Secunde, so beträgt die Distanz des Sterns von der Sonne, oder was hier dasselbe ist, von der Erde, vier Billionen Meilen oder eine Sternweite, wie wir sie oben genannt haben, und diese Distanz ist so groß, daß selbst das Licht, seiner ungeheuern Geschwindigkeit ungeachtet, sie erst in vollen drei Jahren zurücklegen kann. Wäre aber die Parallaxe eines Fixsterns nur der hundertste Theil einer Secunde, so würde die Distanz desselben 412, genauer $412^1/_2$ Billion Meilen betragen, wozu das Licht die Zeit von 310 Jahren gebrauchen würde. So kleine Winkel können wir aber selbst mit unseren feinsten Instrumenten nicht mehr messen, daher es uns unmöglich ist, über die Distanz der Fixsterne, deren Parallaxe, wie es scheint, durchaus beträchtlich kleiner, als eine Secunde ist, etwas Verläßliches zu bestimmen.

Man kann es übrigens nur mit Bedauern sehen, daß die Bemühungen der Astronomen, die Distanz der Fixsterne, wenigstens einiger derselben, zu finden, bisher alle vergebens gewesen sind, und daß auch die Hoffnung, welche die Doppelsterne für diesen Zweck gewährten, wieder vereitelt worden ist, wenn wir anders nicht einmal zufällig einen solchen bloß optischen Doppelstern auffinden sollten, der sich zu jener Absicht besonders eignet. Indessen könnten selbst die physischen Doppelsterne uns einmal ein Mittel darbieten, diese so lange vergebens gewünschte Distanz der Fixsterne zu erhalten. Wir verdanken dieses Mittel dem geschickten Geometer Savary, der sich auch zuerst mit der schwierigen Bahnberechnung der Doppelsterne beschäftiget hat und es wird, wie ich hoffe, den Lesern nicht unangenehm seyn, seine sinnreiche Idee hier kurz entwickelt zu finden.

§. 213. (Entfernung der Doppelsterne von der Erde.) Wenn die Ebene der Bahn, die wir hier der Kürze wegen als kreisförmig annehmen, auf der Gesichtslinie senkrecht steht, welche den Centralkörper S (Fig. 20) mit der Erde T verbindet, so werden alle

Punkte der Peripherie Am Bn dieses Kreises gleichweit von der Erde T entfernt seyn. Liegt aber, wie wir hier voraussetzen wollen, die Ebene dieser Bahn so schief gegen die Gesichtslinie, daß sie mit derselben beinahe zusammenfällt, oder daß die Erde gleichsam nur die Kante dieser Bahnen sieht, so werden diejenigen Punkte der Peripherie mBn, die hinter dem Centralstern liegen, durchaus eine größere Entfernung von der Erde haben, als die Punkte der vordern Hälfte mAn dieser Bahn, und der Sternsatellit wird, von der Erde gesehen, nicht in dieser krummen Bahn, sondern in der geraden Linie mSn oder in demjenigen Durchmesser des Kreises auf und ab zu gehen scheinen, welcher jene beiden Hälften mAn und nBn des Kreises von einander trennt. Eben so wird aber auch die Gesichtslinie TS die kreisförmige Bahn des Satelliten in einen Durchmesser ASB schneiden. Nehmen wir an, der Satellit bewege sich von A nach m, B, n, so wird dieser Durchmesser ASB den Kreis in zwei Hälften theilen, in deren einer Am B der Satellit sich in der That von der Erde entfernt, während er sich in der andern Hälfte BmA der Erde wieder nähert. Wir wollen, der Kürze wegen, jene die erste und diese die zweite Hälfte nennen.

Obschon nun in einem Kreise die Bewegung nicht anders, als gleichförmig seyn kann, und daher der Satellit in der Peripherie Am Bn seiner Bahn immer mit derselben Geschwindigkeit fortgeht, so wird er uns doch die Linie mSn hin und zurück mit einer veränderlichen Geschwindigkeit zurück zu legen scheinen. Wenn er für uns in der Nähe der Mitte S dieser Linie erscheint, wenn er also in der That in dem Punkte A oder B seiner Bahn ist, so wird die Richtung seiner Geschwindigkeit senkrecht auf die Gesichtslinie TS stehen, und daher diese Geschwindigkeit selbst am größten erscheinen. Wenn er aber in der Nähe der beiden Endpunkte m und n dieser Linie ankömmt, so ist die Richtung seiner Bewegung nahe dieselbe mit der Richtung der Gesichtslinie TS, daher uns hier seine Geschwindigkeit am kleinsten erscheinen wird. Allein diese Verschiedenheit der bloß scheinbaren Geschwindigkeiten wird ihn nicht hindern, die Hälfte dieser Linie Sm hin und zurück doch in derselben Zeit zu durchlaufen, mit welcher er die andere

Hälfte Sn zurück zu legen scheinen wird. Diese Unterschiede der Geschwindigkeiten werden also auf die Zeiten, in welchen der Satellit die beiden Hälften Am B und Bn A seiner Bahn zurück legt, keinen Einfluß haben.

Allein wenn dieser Halbmesser der Bahn so groß seyn sollte, daß selbst das Licht noch mehrere Tage und vielleicht Monate brauchte um ihn zu durchlaufen, dann würden die beiden beobachteten Zeiten der halben Revolutionen durch die erste Hälfte AmB der Bahn und durch die zweite BnA derselben uns nicht mehr gleich, sondern die erste würde uns größer, als die zweite erscheinen.

Um dieß besser zu übersehen, wollen wir annehmen, der Sternsatellit brauche genau 1000 Tage, seine ganze Umlaufszeit um den Centralstern S zu vollenden und der Halbmesser SA oder SB seiner Bahn betrage 36200 Millionen Meilen, die das Licht in 10 Tagen zurücklegt. Wenn wir ihn heute in dem Punkte A seiner Bahn, also bei dem Centralstern S sehen, so wird er von heute in 250 Tagen den vierten Theil seines Umkreises zurückgelegt haben und daher in dem Punkte m seyn. Allein dieser zweite Punkt m ist nahe um den Halbmesser der Bahn von der Erde T weiter entfernt, als der erste Punkt A, und da das Licht 10 Tage braucht, diesen Halbmesser zu durchlaufen, so würden wir ihn nicht nach 250 Tagen, sondern um 10 Tage später, also erst in 260 Tagen nach jener Epoche in dem Punkte m ankommen sehen, weil nämlich das von ihm in dem Augenblicke, wo er in m ankömmt, ausgesendete Licht erst in 10 Tagen nach der Ankunft des Sterns in m bei der Erde in T ankommen kann, weil wir die Botschaft dieser Ankunft des Sterns in m erst in 10 Tagen nach derselben durch das Licht erhalten können. Dasselbe wird auch von dem Punkte B gelten, von welchem das Licht bis zu uns zu kommen, 10 Tage mehr, als von m, also auch 20 Tage mehr als von A brauchen wird. Die Folge davon ist, daß der Satellit die erste Hälfte seiner Bahn Am B, oder daß er die gerade Linie Sm hin und zurück, nicht in 500 Tagen, wie er in der That thut, sondern für uns erst in 520 Tagen zurück zu legen scheinen wird.

Der umgekehrte Fall wird in der zweiten Hälfte Bn A sei-

ner Bahn eintreten. Wenn wir nämlich den Satelliten am 520sten Tage nach der ersten Beobachtung in dem entferntesten Punkte B seiner Bahn, oder wieder bei seinem Centralstern S erblicken, so wird er nach weiteren 250 Tagen zwar in der That genau den vierten Theil seiner Bahn zurückgelegt haben, aber für uns wird er in derselben Zeit einen größeren Bogen zu durchlaufen scheinen, weil nämlich das Licht, so wie der Satellit von B nach n vorrückt, immer einen kürzeren Weg, bis zu uns zu gelangen, haben, also auch immer eine kürzere Zeit dazu verwenden wird. Er wird uns daher wieder in 10 Tagen früher in n und 20 Tage früher in A erscheinen, als dieß geschehen würde, wenn entweder der Durchmesser der Bahn viel kleiner, oder wenn die Geschwindigkeit des Lichtes noch vielmal größer wäre, als sie in der That ist.

Wir werden also den Satelliten die erste Hälfte seiner Bahn in 520 und die zweite in 480 Tagen durchlaufen sehen. Die Summe beider Zahlen beträgt tausend Jahre, oder die wahre Umlaufszeit des Satelliten, wie dieß seyn muß, weil diese von der Langsamkeit des Lichtes verursachten Ungleichheiten zu beiden Seiten der Gesichtslinie TB sich wieder aufheben. Jene beobachteten Hälften der Umlaufszeiten sind daher um 20 Tage, d. h. um eben so viel Tage verschieden, als das Licht braucht, um den Durchmesser AB der Bahn zu durchlaufen. Da aber das Licht, wie bekannt, in jedem Tage 3620 Millionen Meilen durchläuft, so beträgt die wahre Größe des Durchmessers dieser Bahn 72400 Mill. Meilen.

Wenn man aber einmal zu der Kenntniß der absoluten Größe des Halbmessers Sm der Bahn eines Doppelsterns gekommen ist, so ist es sehr leicht, auch die Distanz ST des Centralsterns S von der Erde T zu finden. Zu diesem Zwecke braucht man nur, wenn anders der Durchmesser mn, in welchem der Satellit einher zu gehen scheint, senkrecht auf die Gesichtslinie TS steht, den Winkel STm zu messen, welchen die Distanz Sm des Satelliten in seiner größten Entfernung von dem Centralkörper in dem Auge des Beobachters macht, und dann den bereits gefundenen Halbmesser Sm durch den Sinus dieses Winkels zu dividiren, um sofort auch die ge-

suchte Distanz ST des Centralsterns zu erhalten. Ist dieser Winkel STm in unserem Beispiele gleich 10 Secunden, so erhält man sofort TS = 74668000 Millionen oder 747 Billionen Meilen, eine Distanz, welche das Licht erst in 566 Jahren zurücklegen würde.

In den meisten Fällen wird zwar die Bahn des Satelliten kein Kreis, sondern eine Ellipse seyn, und die zweite Axe dieser Ellipse wird nur selten nahe senkrecht auf die Gesichtslinie stehen. In solchen Fällen wird es nöthig seyn, die Lage dieser großen Axe gegen die Gesichtslinie auf dieselbe Art zu bestimmen, wie man bei den Planetenbahnen die Lage ihrer Axen bestimmt. Gesetzt, man hätte den Winkel der großen Axe mit der Gesichtslinie gleich 44° 26′ gefunden, so wird man nur die vorhin gefundene Entfernung, von 747 Billionen Meilen durch den Sinus dieses Winkels multipliciren, um die wahre Distanz ST des Centralkörpers von der Erde zu finden, die hier 523 Billionen Meilen beträgt.

§. 214. (Bahnbestimmung der Doppelsterne.) Zur vollständigen Kenntniß eines Sterns, dessen Bewegung um einen anderen man bereits erkannt hat, ist es nothwendig, die Elemente seiner Bahn (vergl. I. §. 142) aus den Beobachtungen zu bestimmen, ein Geschäft, das schon bei den Planeten und Kometen nicht leicht, hier aber mit so vielen Schwierigkeiten verbunden ist, daß man, ohne den Gebrauch mathematischer Formeln, keine Anzeige davon geben kann. Um nämlich den Ort des Sternsatelliten am Himmel für jeden vorhergegangenen oder künftigen Augenblick zu bestimmen, muß man die sechs unterscheidenden Kennzeichen seiner Bahn, die wir die Elemente desselben nennen, aus den Beobachtungen abzuleiten wissen. Diese sind I. die große Axe seiner Ellipse, d. h. hier die Anzahl Secunden, unter welchen uns diese Axe erscheinen würde, wenn sie senkrecht auf der Gesichtslinie stünde. II. Die Excentricität dieser Ellipse (I. §. 136); III. die Neigung der Ebene der Bahn und IV. die Länge der Knotenlinie (I. 117) derselben in der Ecliptik, V. die Lage des Periheliums oder der Winkel, welchen die große Axe der Bahn mit jener Knotenlinie bildet, und VI. die Epoche, oder die Zeit, wann der Sternsatellit durch die große Axe seiner Bahn geht.

Eigentlich gibt es aber noch zwei andere Elemente, die bei

der Bestimmung der Planetenbahnen als außerwesentlich wegfallen und hier im Gegentheile die interessantesten, obschon auch zugleich diejenigen sind, deren Bestimmung den meisten Schwierigkeiten unterworfen ist. Diese Elemente sind: die Masse des Centralkörpers in Beziehung auf die Masse unserer Sonne und die Entfernung dieses Centralkörpers von uns. Wir haben im Vorhergehenden eine Methode angezeigt, diese Entfernung zu finden, wenn uns die dazu nöthigen Mittel durch die Beobachtungen gegeben werden, was aber wahrscheinlich noch lange nicht geschehen wird.

Der erste, der dieses mit vielen Schwierigkeiten verbundene Geschäft einer Bahnbestimmung der Doppelsterne ausgeführt hat, ist der schon oben erwähnte Savary, der seine schöne Methode in der Connoiss. des temps für d. J. 1830 mitgetheilt und dieselbe auch sogleich auf den merkwürdigen Doppelstern ξ Ursae majoris mit viel Glück angewendet hat. Einen ähnlichen Versuch hat nach ihm Encke in seinem astron. Jahrbuche f. d. J. 1832 bekannt gemacht und seine sehr eleganten Ausdrücke auf den Doppelstern 70 p Ophiuchi angewendet. Beide haben ihre Rechnungen nur eben so vielen Distanzen Δ und Positionswinkel Π aus den Beobachtungen zu Grunde gelegt, als zu ihrem Zwecke unmittelbar nöthig sind. Der jüngere Herschel hat dafür in dem 5ten Bande der Mem. of the Astron. Society ein anderes, sinnreiches Verfahren gegeben, die Bahnen dieser Gestirne zu bestimmen, in welchen er die beobachteten Distanzen Δ als zu unverlässig völlig ausschließt und dafür alle Positionswinkel, welche man bisher beobachtet hat, seiner Rechnung oder vielmehr seiner graphischen, durch Rechnung unterstützten Methode zu Grunde legt. Sie scheint für den gegenwärtigen Zustand unserer Kenntnisse dieser Himmelskörper die sicherste und anwendbarste zu seyn.

§. 215. (Elemente der vorzüglichsten Doppelsterne.) Die folgende Tafel enthält die merkwürdigsten Elemente derjenigen Doppelsterne, deren Bahnen uns bisher bekannt geworden sind. Die Folgezeit wird uns ohne Zweifel bald über mehrere dieser Bahnen belehren. Indeß können wir auch schon die Früchte der bisherigen Arbeiten der Astronomen als im höchsten Grade interessant ansehen,

besonders wenn wir bedenken, daß sie diesem Gegenstande ihre Aufmerksamkeit erst seit 50, und ihren fortgesetzten Fleiß erst seit kaum 20 Jahren zugewendet haben.

	Umlaufszeit in Jahren.	Halbe große Axe in Sec.	Excentricität in Theilen der Halbaxe.	Neigung gegen die Projectionsebene in Graden.
γ Jungfrau	513,3	11,″8	0,887	68°
α Zwillinge oder Castor.	252,7	8,1	0,758	70
σ Krone.	286,6	3,7	0,611	41
ξ gr. Bär	60,7	3,3	0,376	56
70p Schlangenträger	80,3	4,4	0,467	48
61 Schwan	452,0	15,4	—	—
ζ Krebs	55,0	—	—	—
η Krone	43,0	—	—	—

§. 216. (Bemerkungen über einzelne Doppelsterne dieser Tafel.) Die in dieser Tabelle zusammengestellten Doppelsterne sind diejenigen, die wir unter den 6000 bisher beobachteten am besten kennen. Es wird daher nicht unangemessen seyn, ihnen noch einige Bemerkungen beizufügen.

Der erste dieser Sterne, oder γ Jungfrau, besteht aus zwei gleich großen Sternen, deren jeder nahe der dritten Größe ist. Schon Bradley, der berühmte Astronom der k. Sternwarte zu Greenwich bei London, hat ihn im Jahr 1718 und später auch T. Mayer in Göttingen i. J. 1756 beobachtet. Zu der letzten Zeit betrug seine Distanz 7 Secunden, so daß man mit jedem guten Fernrohre seine Duplicität leicht erkennen konnte. Aber diese Distanz hat seitdem immer abgenommen, und jetzt ist sie so klein, kaum eine Secunde, daß man selbst mit sehr guten Fernröhren ihn nur mehr einfach, obgleich etwas länglich sieht. Im Jahre 1834 ging der Satellit durch sein Perihelium oder durch den seiner Centralsonne nächsten Punkt seiner Bahn. Merkwürdig ist die große Geschwindigkeit dieses Satelliten zur Zeit seines Perihe-liums, da er in fünf Tagen schon einen Grad, also in einem Jahre 65 Grade um seinen Centralkörper zurücklegt. Wenn er eine

Billion Meilen von demselben entfernt ist, so geht er in einem Tage 3490 Millionen Meilen, während unsere Erde in jeder Secunde 4 Meilen, also in einem Tage 345600 Meilen zurücklegt, demnach gegen 10000 mal langsamer geht.

Castor, oder der westlichere der beiden Sterne, die unter dem Namen der Zwillinge bekannt sind, ist ein Doppelstern, dessen Distanz jetzt nahe fünf Secunden beträgt. Beide Sterne sind nahe gleich groß. Dieses Sternenpaar ist es, das den ältern Herschel, der dasselbe vorzüglich eifrig beobachtete, zuerst auf die Idee brachte, daß diese Gestirne zusammen gehören und abgesonderte Sonnensysteme bilden. Wir besitzen noch ältere Beobachtungen desselben, die Bradley i. J. 1720 und Maskelyne i. J. 1760 angestellt hat. Der jüngere Herschel hat die Bahn dieses Doppelsterns bestimmt und uns auch eine Ephemeride für die nächstfolgenden Jahre berechnet. Das erste Beispiel dieser Art, nach welchem man hat

Jahr	Positionswinkel	Distanz
	Π	Δ
1836 . . .	$254^{\circ},_4$ . . .	$4,''_6$
1845 . . .	$244^{\circ},_1$ . . .	$3,''_8$
1850 . . .	$234^{\circ},_4$ . . .	$2,''_9$
1855 . . .	$195^{\circ},_5$ . . .	$0,''_9$

Daraus folgt, daß wir gegen das Jahr 1860 wahrscheinlich die Bedeckung dieser beiden Sterne sehen werden, die wir bei γ Jungfrau eben jetzt beobachten. Im Jahre 1856 wird der Satellit Castors durch sein Perihelium gehen.

Man bemerke noch die sehr große Excentricität dieser beiden ersten Bahnen. In unserem Planetensystem hat die Junobahn die größte Excentricität, die aber doch nur den vierten Theil der halben großen Axe beträgt, während sie bei diesen Sternenbahnen 8 und 9 Zehntheile der Halbaxe ausmacht.

Der Doppelstern σ nördl. Krone ist der V. und VII. Größe; die Distanz Δ beträgt nur eine Secunde, daher er schwer zu messen ist. Die Excentricität seiner Bahn ist etwas über die Hälfte seiner großen Halbaxe. Im Jahre 1836 wird der Satellit durch sein Perihelium gehen.

Der Doppelstern ξ großer Bär ist in der untersten Spitze des hinteren rechten Fußes dieses Sternbildes, und er besteht aus zwei Sternen der V. und VI. Größe, die drei Secunden von einander abstehen. Die Winkelbewegung des Satelliten ist ungemein schnell. Seit dem Jahre 1785 bis auf unsere Tage hat er schon über 300 Grade um seinen Centralstern zurück gelegt, so daß man seine Umlaufszeit schon sehr nahe kennt, wodurch die Berechnung seiner übrigen Elemente sehr erleichtert wird. Im Jahre 1817 ging der Satellit durch sein Perihelium. Die sehr kurze Umlaufszeit dieses Sternsatelliten ist merkwürdig, da sie 23 Jahre kürzer ist, als die des Planeten Uranus, welcher letzte 84 Jahre beträgt.

Der Doppelstern 70 p Schlangenträger besteht aus zwei Sternen der VII. und VIII. Größe, deren Distanz 4 Secunden beträgt. Die oben angegebenen Elemente werden wahrscheinlich noch einiger Correctionen bedürfen, da die bisherigen Beobachtungen nicht geeignet sind, die Bahn mit Genauigkeit zu bestimmen.

Von dem merkwürdigen Sternenpaar 61 Schwan, nach Flamstead's Verzeichniß so genannt, ist für das Jahr 1834 die Rectascension $314^{\circ}\ 51',_{7}$ und die Poldistanz $52^{\circ}\ 3',_{6}$. Er steht daher nahe südöstlich bei dem südlichen Fuß des Schwans in der Nachbarschaft der Milchstraße. Die Rectascension nimmt jährlich um $39'',_{9}$ zu und die Poldistanz um $17'',_{4}$ ab. Von diesen Veränderungen gehört ein Theil der Präcession (I. Kap. XII.), die allen Sternen gemein ist. Diese beträgt für ihn $34'',_{9}$ in Rectascension und $14'',_{0}$ in Poldistanz. Also ist die eigene Bewegung dieses Sterns in Rectascension $5'',_{0}$ und in Poldistanz $3'',_{4}$, größer, als sie noch bei irgend einem Fixsterne gefunden wurde. Während also der Satellit sich um seinen Centralkörper bewegt, gehen beide Sonnen zugleich unter den anderen Sternen des Himmels fort. Diese beiden merkwürdigen Sterne sind der VI. und VII. Größe und ihre Distanz ist 15 Secunden. Obschon wir eine ältere Beobachtung derselben von Bradley aus dem Jahre 1753 haben, so sind doch die Elemente der Bahn noch nicht mit hinlänglicher Genauigkeit bestimmt worden.

Der Doppelstern ζ Krebs besteht aus zwei Sternen der V. und

VI. Größe, deren Distanz 6 Secunden beträgt. Die Bahn scheint nahe kreisförmig mit einer Umlaufszeit von 55 Jahren zu seyn.

Der Doppelstern η nördl. Krone endlich besteht aus zwey Sternen der V. und VI. Größe mit der sehr kleinen Distanz von kaum einer Secunde. Auch die Bahn dieses Sterns scheint sehr nahe kreisförmig zu seyn und die große Axe senkrecht auf der Gesichtslinie zu stehen.

Noch erwähnen wir hier des Doppelgestirns ξ Bootes (Größe V. und VIII. mit der Distanz von 9 Secunden), dessen Bahn unter allen bisher bekannten am schiefsten gegen uns liegt, daher wir sie nur als eine gerade Linie sehen. Die Umlaufszeit beträgt nahe 117 Jahre.

§. 217. (Das allgemeine Gesetz der Schwere wird auch von den Doppelsternen befolgt.) Es läßt sich mit geometrischer Schärfe beweisen, daß wenn ein Körper um einen andern in einer Ellipse einhergebt, in deren einem Brennpunkte der andere Körper liegt, die Anziehungskraft des letzteren sich wie verkehrt das Quadrat der Entfernung des angezogenen Körpers von dem anziehenden verhält. Dieß ist, wie die Beobachtungen zeigen, der Fall bei allen Planeten und Satelliten unseres Sonnensystems, woraus wir den Schluß gezogen haben, daß die Sonne auf die Planeten, und daß diese Planeten auf ihre Satelliten nach dem von Newton entdeckten Gesetze der allgemeinen Schwere wirken. Allein dasselbe ist auch, wie wir so eben gesehen haben, der Fall bei den Doppelsternen, die ebenfalls in Ellipsen sich um ihren Centralkörper bewegen, der immer den einen Brennpunkt dieser Ellipse einnimmt. Wir werden daher berechtigt seyn, anzunehmen, daß dasselbe Gesetz, welches alle Bewegungen unseres Planetensystems regelt, auch jenseits der Gränze dieses Systems statt habe, und daß es daher wahrscheinlich das allgemeine Gesetz der ganzen Natur ist.

§. 218. (Farben der Doppelsterne.) Noch haben wir einer Eigenthümlichkeit dieser Sternenpaare zu erwähnen, die selbst für den bloßen Anblick derselben zu auffallend ist, als daß sie hier übergangen werden dürfte.

Unter den einfachen Sternen des Himmels sieht man gewöhn-

lich nur solche, die in einem weißen Lichte glänzen, das mehr oder weniger der gelben Farbe sich nähert und nur selten in das Röthliche übergeht. Unter den letzten oder den rothen Sternen zählten die Alten schon den Arctur, Aldebaran, Pollux, Antares und α Orion auf, die uns auch jetzt noch in derselben Farbe erscheinen. Aber auch Sirius wird von ihnen als röthlich beschrieben, da er uns doch durch seine blendend weiße Farbe auffällt.

Allein blaue oder grüne Sterne hat man, unter den einfachen Fixsternen, bisher nicht entdeckt. Alle Farben derselben sind, wenn sie nicht weiß sind, von dem unteren Ende des bekannten Sonnenspectrums genommen, wo die rothe und besonders die gelbe Farbe vorherrscht, keine aber von dem obern Ende, wo die blaue und grüne Farbe überwiegt.

Nicht so ist es bei den Doppelsternen. Bei diesen hat gewöhnlich der größere oder der Centralstern eine weiße Farbe, die aber auch sehr oft ins Gelbe, seltener jedoch ins Rothe fällt, ganz wie bei den einfachen Sternen, während im Gegentheile der ihn begleitende Satellit in den allermeisten Fällen blau oder grün oder blaugrün ist. Doch gibt es auch andere, obgleich seltenere Fälle, wo der große weiß oder gelb und der kleine roth, oder wo der große orange und der kleine grün, oder wo auch beide zugleich blau sind, und nicht selten erscheinen diese Farben so ausgesprochen und lebhaft, daß sie schon auf den ersten flüchtigen Anblick derselben auffallend hervortreten.

§. 219. (Complementäre Farben.) Jedermann kennt das Sonnenspectrum oder das längliche Farbenbild, das man erhält, wenn man durch eine enge Oeffnung eines verschlossenen Zimmers die Sonnenstrahlen eintreten läßt, und sie, nachdem man sie durch ein Glasprisma geleitet hat, auf einer der Oeffnung gegenüberstehenden Tafel auffängt. In diesem Spectrum unterscheidet man gewöhnlich sieben Farben, obschon es angemessener wäre, deren nur sechs zu bezeichnen, von welchen die eine in die andere durch allmählige Abstufungen übergeht. Der unterste Theil desselben ist nämlich roth und dann folgen aufsteigend die orange, gelbe, grüne, blaue, indigo und violete Farbe. Die beiden letzten sollte man unter der gemeinschaftlichen Benennung „violet" zusammenfassen,

da sie doch beide nur Abstufungen der in das Rothe spielenden blauen Farbe sind. Newton, der zuerst sieben Hauptfarben annahm, scheint diese Zahl einer kleinen Schwärmerei zu Liebe vorgezogen zu haben, indem er sie mit den sieben Tönen der Octave, mit den sieben Planeten, und mit andern mystischen Eigenschaften dieser für heilig gehaltenen Zahl in Verbindung bringen wollte.

Von diesen sechs Farben, roth, orange, gelb, grün, blau und violet, nennt man nun die drei: roth, gelb und blau, primäre — und die drei anderen: orange, grün und violet secundäre Farben. Jene heißen primär, weil man aus ihnen durch Mischung alle andern Farben erzeugen kann.

Theilt man nun die Peripherie eines Kreises in sechs gleiche Theile, und nennt den ersten Theil roth, den zweiten angränzenden orange, den dritten gelb, dann grün, blau und violet, so liegt in der so bezeichneten Figur jeder primären Farbe diejenige secundäre gegenüber, die aus der Mischung der beiden anderen primären Farben entsteht. So liegt z. B. der primären rothen Farbe die secundäre grüne gegenüber, und die grüne Farbe entsteht, wie allgemein bekannt, aus der Mischung der beiden primären Farben gelb und blau. Man nennt aber diese den drei primären Farben gegenüberstehenden secundären Farben die complementären von jenen primären Farben. So ist also

grün die complem. Farbe von roth,
violet — — — — gelb, und
orange — — — — blau.

Man will bemerkt haben, daß je zwei complementäre Farben einen gefälligern Eindruck auf das Auge machen, als z. B. grün und gelb, etwa wie zwei um eine Terze oder Octave entfernte Töne den Ohren angenehmer sind, als andere. Auch sollen die complementären Farben entgegengesetzte chemische Eigenschaften besitzen, indem die einen eine oxydirende und die andern eine desoxydirende Kraft auf die Körper äußern.

Wie es aber auch mit diesen und andern Eigenschaften der complementären Farben beschaffen seyn mag, so wollen wir hier nur einer andern Eigenthümlichkeit derselben erwähnen, die bereits

durch Beobachtungen constatirt ist, und ganz besonders zu unserm gegenwärtigen Zwecke gehört.

Wenn man nämlich einer schwach erleuchteten weißen Fläche ein von den drei primären Farben stark gefärbtes, intensives Licht nahe bringt, so erscheint diese weiße Fläche sogleich in der complementären Farbe jenes primären Lichtes. Wird z. B. einem matt erleuchteten weißen Papiere ein starkes rothes Licht genähert, so erscheint das Papier nicht roth, sondern grün, und war jenes Licht gelb, so erscheint das Papier violet, war endlich jenes Licht blau, so wird das Papier orangefarb erscheinen. Aus dieser Ursache erblickt man eine weiße Wand voll violeter Flecken, wenn man kurz zuvor das Auge gegen die Sonne gerichtet hat, oder man sieht diese Wand grün oder orange, wenn man kurz zuvor eine rothe oder eine blaue Fläche durch längere Zeit angesehen hat.

§. 220. (Sind die Farben der Doppelsterne aus diesem Grunde zu erklären?) Man hat die Meinung geäußert, daß die zwei Farben, in welchen man gewöhnlich die Doppelsterne sieht, aus diesen complementären Farben zu erklären seyn können, und daß daher diese Farben der Sterne nicht reel, sondern nur optische Illusionen unsers Sehorgans sind. Der kleine Stern hat gewöhnlich nur ein schwaches Licht im Verhältnisse zu den größern. Wenn also jener auch an sich selbst von weißer Farbe ist, so wird er uns doch violet oder bläulich erscheinen, sobald er einem großen und intensiven gelben Sterne, oder grünlich, falls er einem großen rothen Stern nahe steht. Beispiele für eine solche Zusammenstellung gibt es genug. So ist bei α Herkules und η Cassiopeia der große roth und der kleine grün; bei ζ Orion, ι Cancer, β Cygnus, Θ Centaurus der große gelb und der kleine blau u. s. w.

Allein auch an zahlreichen Ausnahmen von dieser sogenannten Regel fehlt es nicht. So findet man sehr oft einen kleinen blauen Stern neben einem großen weißen, wie in λ Aries, ε Perseus, β Orion, δ Gemini, α Leo, α Serpens u. s. Da hier weder roth noch gelb ist, woher soll die complementäre blaue Farbe kommen? — Bei andern Doppelsternen sind sogar beide blau, wie bei δ Serpens, ν Draco, 28 und 59 Andromeda u. s. Bei γ Andromeda ist der große orange und der kleine smaragdgrün; bei

δ Orion ist der große weiß und der kleine purpurroth; bei ε Einhorn ist der große gelb und der kleine blutroth; bei × im südlichen Schiffe Argo ist umgekehrt, der große blau und der kleine dunkelroth; auch findet man mehrere Doppelsterne, wo beide tief gelb, oder beide stark roth sind u. s. w.

Alle diese und viele andere Beispiele zeigen deutlich, daß die vorhergehende Muthmaßung nicht gegründet ist, und daß wenigstens bei sehr vielen, wo nicht bei den meisten Doppelsternen dieser Unterschied der Farben keine optische Täuschung, sondern eine diesen Sternen selbst zukommende Eigenthümlichkeit ist.

Auch gibt es ein einfaches Mittel, sich von dieser Eigenthümlichkeit der Farben der Doppelsterne zu überzeugen. Man darf nur den größeren im Brennpunkte des Fernrohrs mit einem daselbst ausgespannten dicken Faden bedecken und zusehen, ob dann der kleine, wenn er auf diese Weise allein im Fernrohr erscheint, noch immer seine frühere blaue oder grüne Farbe behält. Dieß ist in der That der Fall mit den Beobachtungen, die man bisher darüber angestellt hat, zum Beweise, daß diese blaue oder grüne Farbe den kleineren Sternen eigenthümlich ist.

Indeß behauptet der jüngere Herschel, der doch so viele Erfahrungen über diese Doppelgestirne gesammelt hat, daß ihm durchaus noch kein Fall vorgekommen sey, wo der eine der beiden Doppelsterne grün oder blau erschienen wäre, wenn er nicht zugleich sehr nahe bei einem größeren rothen oder gelben Sterne stand, wo also jene Farbe des kleinen Sternes allerdings aus der complementären Farbe erklärt werden könnte. Ihm erscheinen, wie er versichert, alle Sterne weiß, deren Farbe sich nicht gegen gelb oder roth neigt, vorausgesetzt, daß keine Lampe in der Nähe des Beobachters ist. Nach seiner Behauptung sind alle Farben der Sterne nur aus dem unteren Ende des Spectrums genommen, wo das rothe und gelbe Licht ist und durchaus keine von dem oberen Ende, wo die blaue und grüne Farbe vorherrscht. Da aber andere Beobachter diese blaue und grüne Farbe so oft schon gesehen haben, so glaubt er den Grund davon in der grünlichen Farbe des Kronglases zu finden, die man bei den achromatischen Fernröhren so oft antrifft. Allein die neueren Fernröhre von

Fraunhofer haben diese grüne Färbung ihrer Objectivgläser nicht. Vielleicht daß umgekehrt die Abwesenheit der blauen und grünen Farbe bei Herschels Telescopen in den Metallspiegeln derselben zu suchen ist, die bekanntlich, der höhern Politur wegen, viel Kupfer enthalten, welches den rothen und gelben Lichtstrahlen ein Uebergewicht geben und die blauen und grünen Farben beträchtlich schwächen mag.

Wir wollen die Entscheidung dieses Gegenstandes unsern Nachkommen überlassen, da uns noch die zweckmäßigen Beobachtungen dazu fehlen. Es ist möglich und selbst sehr wahrscheinlich, daß sie durch diese Untersuchungen auf sehr interessante Resultate geführt werden können, wenn anders der Gegenstand nicht auch für sie noch mit zu großen Schwierigkeiten verbunden seyn wird, um ihn ins Reine zu bringen.

§. 221. (Doppelsterne als Prüfungsmittel der Fernröhre.) Wenn man mit zwei oder mehreren Fernröhren denselben irdischen Gegenstand, z. B. eine entfernte Thurmspitze, beobachtet, so steht man oft an, zu sagen, mit welchem von diesen Fernröhren man besser sieht. Sicherer ist es schon, zu diesem Zwecke ein gedrucktes Blatt in einiger Entfernung vor den Fernröhren aufzustellen und für jedes Fernrohr das Blatt so lange zu entfernen, bis man aufhört, dasselbe deutlich lesen zu können. Die Astronomen aber, die schon gewohnt sind, die Gegenstände des Himmels auch zu diesem Zwecke anzuwenden, pflegen die Güte ihrer Fernröhre dadurch anzugeben, daß sie sagen, dasselbe zeige die Phasen der Venus, die Streifen Jupiters, den Schatten des Saturnringes u. dgl sehr deutlich. Allein man sieht, wie viel dabei noch Unbestimmtes zurückbleibt, und daß solche Aussagen keine Basis zu einer eigentlichen Classification der Fernröhre abgeben können.

Anders verhält sich dieß mit den Doppelsternen. Da es sich bei der Untersuchung der Güte eines Fernrohres vorzüglich darum handelt, ob die Strahlen, die von irgend einem Punkte eines Gegenstandes außer ihm kommen, durch das Objectiv wieder genau in einen einzigen Punkt vereiniget werden, oder mit andern Worten, ob die Bilder, welche die Fernröhre von den Gegenständen machen, ganz rein und vollkommen deutlich sind, worin

eben der Hauptvorzug eines jeden guten Fernrohrs besteht, so werden die Doppelsterne ein ganz vorzügliches Mittel seyn, das Daseyn oder den Mangel dieses Vorzugs zu beweisen. Es ist bereits oben gesagt worden, daß die Fixsterne alle, in guten Fernröhren, nur als eben so viele untheilbare Punkte, ohne allen merklichen Durchmesser erscheinen. Zwar sieht man sie öfter als Scheibchen von beträchtlicher Dimension, die nicht einmal immer ganz rund und noch überdieß mit Strahlen versehen sind. Aber eben diese Erscheinungen sind nur eben so viele Fehler des Fernrohres, von welchen aber auch ein Theil in der Aberration des Auges liegen mag. Ein gesundes Auge soll durch ein vollkommen gebautes Fernrohr alle Sterne, auch die hellsten, als reine Punkte zeigen, und überhaupt alle von jedem einzelnen Punkte eines Gegenstandes kommende Strahlen, nach der Brechung derselben, genau wieder in einen einzigen scharfen Punkt vereinigen. Die Doppelsterne sind solche Gegenstände, die nur aus zwei Punkten bestehen, die überdieß hellglänzend auf dem dunklen Hintergrunde des Himmels stehen und daher ganz besonders geeignet sind, zu entscheiden, ob diese beiden Punkte sich auch in ihrem Bilde, in dem Fernrohre, wieder genau als solche zeigen. Wenn die beiden Sterne sehr hell und z. B. beide wenigstens zu der I. bis V. Größe gehören, und wenn sie überdieß sehr nahe bei einander stehen, wie Castor, γ Jungfrau, ξ großer Bär, so wird eine sehr große Reinheit des Bildes nöthig seyn, um diese zwei hellen Punkte auf ihrem dunklen Grunde scharf abgesondert und in ihren nächsten Gränzen nicht verwaschen oder in einander laufend zu sehen, und im Gegentheile, wenn beide Sterne oder auch nur der eine derselben sehr klein ist, so wird eine große raumdurchdringende Kraft des Fernrohrs, wie sie Herschel zu nennen pflegte, erforderlich seyn, um so feine und lichtschwache Punkte, selbst wenn sie einzeln am Himmel stünden, überhaupt noch sehen zu können, so daß also durch die Doppelsterne sowohl die Kraft, als auch die Richtigkeit der Construction des Fernrohrs sehr vortheilhaft und sicher untersucht werden kann, und daß man dadurch gleichsam ein bestimmtes Maaß erhält, nach welchem man diese Instrumente unter sich vergleichen kann.

Zu diesem Zwecke folgen hier einige dieser Doppelsterne, die sowohl für schwächere, als auch für stärkere Fernröhre als Prüfungsmittel gebraucht werden können.

I. Sehr leicht und schon durch gewöhnliche achromatische Fernröhre von etwa zwei Fuß Focallänge und zwei Zoll Oeffnung lassen sich die folgenden Doppelsterne erkennen:

ζ Ursae majoris, Distanz $\Delta = 14''$ und scheinbare Größe III und IV.

γ Andromedae, $\Delta = 11''$, Größe III. V.

Θ Serpentis, $\Delta = 22''$, Größe IV. IV.

κ Herculis, $\Delta = 31''$, Größe V. VI.

ζ Lyrae, $\Delta = 44''$, Größe III. IV.

II. Schon stärkere Fernröhre, etwa von 4 Fuß Brennweite und 3 oder 3 1/2 Zoll Oeffnung erfordern die folgenden:

Castor, $\Delta = 5''$, Größe III. IV.

π Bootis, $\Delta = 7''$, Größe V. VI.

ι Trianguli, $\Delta = 4''$, Größe V. VI.

ζ Cancri, $\Delta = 6''$, Größe V. VI.

ω Piscium, $\Delta = 6''$, Größe VII. VII.

α Ursae minoris, oder der Polarstern, $\Delta = 19''$, Größe II u. XI, ist bloß deßhalb schwerer zu sehen, weil der Satellit so klein ist.

III. Fernröhre der besten Art werden für die folgenden Doppelsterne erfordert:

γ Virginis, $\Delta = 3''$, Größe III. III.

η Herculis, $\Delta = 2''$, Größe IV. VIII.

ε Bootis, $\Delta = 2''$, Größe VI. VI.

ω^2 Leonis, $\Delta = 1''$, Größe VI. VII.

β Orionis (Rigel), $\Delta = 9''$, Größe I und X.

η Pleiadum (Atlas), $\Delta = 1''$, Größe V und XII.

η Coronae, $\Delta = 1''$, Größe V. VI.

γ Coronae, $\Delta = 2''$, Größe IV. VII.

σ Coronae, $\Delta = 1''$, Größe V. VII.

IV. Als vorzüglich feine und nur durch ausgezeichnete Fernröhre erkennbare Doppelsterne können die zwei folgenden gelten:

Bei β Capricorni (AR = 20″ 11′, Pold. = 105° 19′), $\Delta = 3''$, Größe XVII. XVIII.

Bei β Equulei (AR = 21″ 14′, Pold. = 83° 54′), Δ = 2″, Größe XIV. XV.

Bei dem letzten dieser Doppelsterne ist der Begleiter selbst wieder doppelt. Ein Fernrohr, welches diese zwei Doppelsterne deutlich zeigt, ist zu den schwierigsten Untersuchungen geeignet, und kein Fernrohr soll, nach Herschels Meinung, die Satelliten des Uranus zeigen, wenn es diese Prüfung nicht besteht. So viel mir bekannt, sind diese beiden Doppelsterne nur durch Herschels zwanzigfüßige Spiegeltelescope gesehen worden. Fraunhofer gab den Refractoren den Vorzug vor den Reflectoren unter sonst gleichen Verhältnissen, weil, nach seiner Aeußerung, die Spiegel viel mehr Licht absorbiren sollen, als bei dem Durchgange der Strahlen durch das Objectiv eines achromatischen Fernrohrs verloren geht. Herschel ist der entgegengesetzten Ansicht, da, nach ihm, die Metallspiegel nur den dritten Theil des auf sie fallenden Lichtes absorbiren. Nach dem letztern sind unsere Refractoren den Spiegeltelescopen erst dann gleich zu achten, wenn die Oeffnung der ersten gleich dem achtzehnten Theile der Oeffnung der Spiegel bei den zweiten ist, so daß z. B. seinem 20füßigen Reflector mit einem Spiegel von 18 Zoll im Durchmesser, ein Refractor erst dann gleichgesetzt werden könnte, wenn die Oeffnung oder der Durchmesser der Objectivlinse des letztern $15\,^3/_{10}$ Zolle oder nahe $1\,^3/_{10}$ Fuß beträgt, eine Größe, die noch keines unserer Objective erreicht hat. Der größte Refractor, den wir näher kennen, ist der, den Fraunhofer für die Sternwarte in Dorpat verfertiget hat. Er hat, so wie der von demselben Künstler nach Berlin gebrachte, 9 Par. Zoll Oeffnung und $13\,^1/_3$ Fuß Focallänge. Die dabei angebrachten Vergrößerungen gehen bis 600 mit einem Durchmesser des Gesichtsfeldes von $2\,^3/_{10}$ Minuten. Von den Herschel'schen Reflectoren hat das von 20 Fuß Focallänge, mit welchem er seine meisten Entdeckungen gemacht hat, einen Spiegel von 18 Zoll im Durchmesser; das von 25 Fuß Focallänge hat einen Spiegel von 24 Zoll Oeffnung, und das größte, welches Herschel verfertigte, das aber, da der Spiegel desselben bald matt wurde, nicht lange gebraucht wurde, hat 40 Fuß Focallänge mit einem Spiegel von 48 Zoll oder 4 Fuß Oeffnung. Bei dem

20 füßigen konnte er die Vergrößerung bis 2000 und bei dem 40 füßigen bis 7000 treiben, ohne das Instrument zu überladen.

§. 222. (Planeten der Doppelsterne.) Da die Doppelsterne ohne Zweifel unserer Sonne ähnliche Körper sind, so kann man nicht wohl zweifeln, daß auch sie mehreren Planeten und Kometen, die sich um diese Sonnen bewegen, Licht und Wärme geben werden. Es kann nicht unsere Absicht seyn, die Leser mit der nähern Beschaffenheit dieser secundären Himmelskörper bekannt zu machen. Da sie wahrscheinlich ihr Licht nur von ihren beiden Sonnen erhalten, so werden sie uns, ihrer großen Entfernung wegen, wohl immer unbekannt bleiben. Indessen sey es uns doch erlaubt, einige Muthmaßungen über die Bahnen dieser Planeten der Doppelsterne vorzutragen, die ohne Zweifel von den Bahnen unserer Planeten und Kometen sehr verschieden seyn werden.

Diese letzten bewegen sich nämlich nur um einen einzigen Centralkörper, die Sonne, und da sie von dieser nach dem von Newton entdeckten Gesetze angezogen werden, so können sie nur, wie sich durch Rechnung mit der größten Evidenz zeigen läßt, entweder Ellipsen oder Hyperbeln beschreiben; der Kreis und die Parabel sind zwar auch möglich, aber unendlich weniger wahrscheinlich, als jene beiden, an sich sehr einfachen, krummen Linien.

Allein viel verwickelter werden diese Bahnen, wenn die Planeten von zwei Sonnen, deren übrigens jede nach demselben Newton'schen Gesetze wirkt, angezogen werden. Wenn man auch die unzähligen Fälle unbeachtet läßt, wo diese Bahnen förmliche Schraubenlinien oder Spiralen werden, deren kein Theil mit dem nächstfolgenden in derselben Ebene liegt, so giebt es doch noch immer unendlich viele andere krumme Linien, deren jede ganz in derselben Ebene liegt, und die doch unter einander völlig verschieden und oft auf das sonderbarste gestaltet sind.

Euler und nach ihm Legendre haben einige der hier statt habenden Fälle näher untersucht, und sehr überraschende Resultate gefunden, von welchen wir hier nur einige der vorzüglichsten kurz anführen wollen.

Wenn die Massen der beiden Sonnen gleich groß sind, so

beschreibt der Planet eine Ellipse, in deren Brennpunkte jene zwei Sonnen liegen und zwar so, daß die Geschwindigkeiten des Planeten in den beiden Endpunkten der großen Axe dieser Ellipse gleich groß und daß auch die Zeiten durch die vier Quadranten, d. h. von dem Endpunkte der einen bis zu dem der andern Axe der Ellipse, von gleicher Größe sind.

Wenn die Massen der beiden Sonnen gleich groß sind, aber die erste S' eine anziehende und die andere S'' eine eben so große abstoßende Kraft hat, so beschreibt der Planet wieder eine Ellipse, aber nur die eine Hälfte derselben. Ist nämlich AmBn (Fig. 20) diese Ellipse, sind mn und AB die große und kleine Axe derselben, und liegt die abstoßende Sonne auf der Seite von n, so wird der Planet von m, wo er seine größte Geschwindigkeit hat, nach dem Punkte A gehen, während seine Geschwindigkeit immer abnimmt, bis sie in dem Punkte A gänzlich verschwindet. Von da geht der Planet nicht in derselben Richtung nach n weiter, sondern wieder zurück durch denselben Bogen Am, in welchem er gekommen ist. Wenn er so in m mit seiner größten Geschwindigkeit ankömmt, so geht er von da weiter bis an den Endpunkt B seiner kleinen Axe, wo seine Geschwindigkeit wieder verschwindet. Von dem Punkte B geht er dann wieder durch den Bogen BmA zurück, um, wenn er in A ankömmt, seine vorige Bewegung durch den Bogen AmB zu wiederholen, in welchem er also, gleich einem Pendel, seine Schwingungen auf- und abwärts immerwährend fortsetzt, ohne je in die übrige Hälfte AnB seiner Ellipse zu kommen.

Unter bestimmten andern Verhältnissen der anziehenden Kräfte der beiden Sonnen, in Verbindung mit der Wurfkraft, welche der Planet bei seiner Entstehung erhalten hat, wird er zwar wieder eine Ellipse, aber eine veränderliche Ellipse beschreiben. Wenn er z. B. von dem Punkte A (Fig. 21) der großen Axe A'' B'' ausgeht, so wird er den Bogen ADB beschreiben, aber dann auf der andern Seite von A'' B'' einen solchen Weg nehmen, daß er, am Ende seiner ersten Revolution die Linie A'' B'' nicht mehr in A, sondern in dem Punkte A' schneidet; von da geht er durch den Bogen A' D' B' und unter der Linie A'' B'' in einem neuen

Bogen so weiter, daß er jetzt, am Ende der zweiten Revolution, jene Linie in dem Punkte A'' schneidet. Von dem Punkte A'' geht er nun durch den Bogen A''D''B'' und durch den ihm entsprechenden unteren Bogen so, daß er, am Ende der dritten Revolution wieder nach A', und am Ende der vierten Revolution endlich wieder nach dem Punkt A gelangt, von welchem er ausgegangen ist. In andern besondern Fällen gelangt er erst nach fünf, sechs oder mehr Revolutionen zu seinem Anfangspunkte, oder er durchschneidet in den auf einander folgenden Revolutionen die Linie AA'' und BB'' allmählig in allen auf einander folgenden Punkten derselben, so daß die Bahn desselben immer zwischen den beiden Gränzellipsen ADB und A''D''B'' enthalten ist, zwischen welchen die wahre Bahn des Planeten allmählig gleichsam anschwillt und sich dann wieder contrahirt.

Wieder in andern Fällen wird eine Art von in sich selbst zurückkehrender Doppellinie beschrieben, wie man Fig. (22) sieht. Hier geht der Planet von dem Punkte A seiner großen Axe aus durch den Halbkreis AaB der kleinen ellipsenartigen Linie; in B tritt er in die große Ellipse BCD; in D hat er die Hälfte seiner Revolution zurückgelegt, und geht dann durch den Bogen DeBbA wieder zu seinem Anfangspunkt A zurück.

Noch zusammengesetzter erscheint die Planetenbahn in Fig. (23), wo drei Ellipsen unter einander verschlungen sind, in welchen der Planet nach der Ordnung der Zahlen 1, 2, 3 . . . 13, 14 wieder zu seinem Anfangspunkt 1 fortschreitet. Wenn er zum zweitenmal in den Punkt 3 der großen Axe kömmt, hat er die erste Hälfte seiner Revolution geendet, daher dieser Punkt als der Mittelpunkt der ganzen Bahn betrachtet werden kann, die vier sogenannte, Knoten in dem Punkte 1, 3 und zwischen den Punkten 7, 8 und 13, 14 hat, u. s. w.

So mannigfaltig sind also die Bahnen der Planeten der Doppelsterne, selbst wenn man nur diejenigen betrachtet, die, wie unsere Planetenbahnen, ganz in einer einzigen Ebene liegen, und wenn man die Attraction der beiden Sonnen dem Gesetze der allgemeinen Schwere gemäß voraussetzt. Man sieht ohne meine Erinnerung, daß ohne diese doppelte Beschränkung die Anzahl und

die Complication dieser krummen Linien noch ungleich größer seyn und daß es unserer mathematischen Analysis, so vollkommen diese auch seyn mag, ganz unmöglich fallen würde, diese äußerst zusammengesetzten Bewegungen auch nur annähernd zu bestimmen.

§. 223. (Anblick des Himmels von diesen Planeten.) Wir haben bereits oben gesehen, welchen sonderbaren Anblick der Himmel von der Oberfläche des Mondes oder der Satelliten Jupiters und Saturns gewährt. Noch viel auffallender werden aber die Erscheinungen seyn, welche derselbe den Bewohnern der Planeten der Doppelsterne darbietet. Die mannigfaltig verwickelten und in einander geschlungenen Bahnen der andern Planeten, die wir so eben betrachtet haben, werden die Bewohner derselben, welche diese Bahnen wieder von immer geändertem Standpunkte aus betrachten, über die wahre Beschaffenheit derselben wahrscheinlich noch viel ungewisser machen, als wir selbst über die Bahnen unserer Planeten Jahrtausende hindurch gewesen sind, bis es endlich dem Scharfsinne zweier seltener Männer, Copernicus und Kepler, gelungen ist, uns dieselben näher kennen zu lehren. Denken wir uns noch dazu die Satelliten, die Ringe dieser Planeten und ein ganzes Heer von Kometen, welche sie nach jeder Richtung umschwärmen, alle in einen verhältnißmäßig sehr kleinen Raum zusammengedrängt, — so wird es schwer, sich von diesem Schauspiele eine nur einigermaßen getreue Vorstellung zu machen. Welchen Eindruck würde nur auf unser Auge, welche Veränderungen in der ganzen uns umgebenden Natur würde überdieß eine rothe, eine grüne, eine blaue Sonne erzeugen! — Wenn auch nur unser eigenes Sonnenlicht bloß aus weißen Strahlen bestünde, die sich nicht in einzelne gefärbte Strahlen zerlegen ließen: wie ganz anders würde uns die ganze Welt erscheinen. Wir haben bereits oben (II. S. 9.) Gelegenheit gehabt, die Wirkungen der gefärbten Sonnenstrahlen auf die Körper der Natur näher anzugeben.

Wenn wir aber diese wunderbaren Farbenspiele der Natur schon unserer einzigen Sonne verdanken, — welch' ein ganz anderes Schauspiel mögen in jenen Regionen zwei und mehrere Sonnen von verschiedenen Farben erzeugen. Eine rothe Sonne erhebt sich dort über den Horizont des erstaunten Beobachters und Erde und

Himmel schwimmt in ihrem Purpurlichte. In wenig Stunden schon folgt ihr eine andere, eine blaue, eine grüne Sonne, und plötzlich ändert sich der Anblick der ganzen Natur. Neue Welten scheinen mit diesen neuen Sonnen vor uns aufzugehen; Erde und Himmel sind in stetem Wechsel begriffen und in Mitten aller dieser Verwandlungen würden wir die Welt, würden wir uns selbst nicht mehr erkennen. So lange die rothe Sonne scheint, wird unsere ganze Erde mit ihrem Rosenlichte übergossen seyn; wenn sie untergegangen ist, und die blaue oder grüne Sonne sich erhebt, wird wieder alles, selbst die Wüste und das Meer mit einem azurnen oder smaragdenen Teppiche überzogen, und wenn endlich beide Sonnen zugleich über dem Horizonte stehen, und die ganze Natur von zwei complementären Farben beleuchtet wird, so werden alle Gegenstände ihr früheres, buntes Kleid ablegen und in einer einförmigen, aschgrauen Farbe zu trauern scheinen. Nicht mehr würden wir, wie bisher, die Dinge um uns an ihren Farben erkennen, da jeder Gegenstand abwechselnd in allen Farben erscheinen muß, je nachdem er von dieser oder von jener Sonne, oder von beiden zugleich beleuchtet wird. Der Himmel würde nicht mehr blau, die Wiese nicht mehr grün, der Schnee nicht mehr weiß seyn, sondern alles würde, je nach der Tageszeit, in allen Farben spielen. Wie ganz anders mag die Optik dieser guten Leute, und die Farbengebung ihrer Maler beschaffen seyn! Ja selbst die Zeitrechnung derselben wird von der unseren verschieden seyn müssen, da sie nicht mehr nach Tagen und Jahren zählen können. Vielleicht rechnen sie nur nach rothen und grünen Zeiten, oder nach gelben und blauen Tagen; vielleicht — doch es ist besser, der Imagination meiner Leser nicht weiter vorzugreifen und ihnen die Vollendung dieses Gemäldes selbst zu überlassen, was ihnen keine Mühe machen kann, da sie ihrer Einbildungskraft keine Zügel anzulegen brauchen und da sie zu ihrem Bilde die Farben kaum zu lebhaft nehmen können.

§. 224. (Geschichte der Entdeckung der Doppelsterne.) Wenn das, was wir bisher über diese sonderbaren Gestirne mitgetheilt haben, in Beziehung auf den Reichthum, der in diesen Minen wahrscheinlich noch verborgen liegt, nur gering erscheint, so mag

man bedenken, daß kaum ein halbes Jahrhundert verflossen ist, seitdem sich die Astronomen mit diesem Gegenstande zu beschäftigen angefangen haben. Wenn unsere Nachfolger in dem nächsten Jahrhunderte eben so fleißig und eben so vom Glücke begünstiget seyn werden, als ihre Vorgänger waren, so werden sie wahrscheinlich den gestirnten Himmel mit ganz anderen Augen betrachten, als es ihren Vorfahren möglich gewesen ist.

Es war i. J. 1778, daß der ältere Herschel (Sir William) zuerst auf die Doppelsterne aufmerksam wurde. Er hielt sie anfangs, wie schon oben erwähnt worden ist, für bloß optisch doppelte Sterne und wollte sie demnach zur Bestimmung der Entfernung derselben von der Erde benützen. Allein schon in den ersten Jahren erkannte er seinen Irrthum. Zwar fand er Bewegungen an diesen Doppelsternen, aber keine solchen, die mit der Theorie der Parallaxe (I. Cap. V) übereinstimmten. Diese Bemerkung brachte ihn auf die Idee, daß jene Bewegungen der Doppelsterne von einer Verrückung der Sonne und unsers ganzen Sonnensystems kommen mögen, und er glaubte einige Zeit lang, jene Erscheinungen durch eine Bewegung des Sonnensystems erklären zu können, deren Weg jetzt gegen das Sternbild des Hercules hin gerichtet sey. Allein auch diese Idee wurde bald unrichtig gefunden. Statt weitern Hypothesen nachzuhängen, zog er es vor, seine Beobachtungen mit verdoppeltem Eifer fortzusetzen, und er lieferte i. J. 1782 und 1785 der k. Academie in London bereits ein Verzeichniß von 702 solcher Sternenpaare, die er wiederholt beobachtet hatte.

Erst nach dem Jahre 1785, also mehr als sieben Jahre nach seinen ersten Arbeiten über diesen Gegenstand versuchte er einmal zufällig, den Weg eines dieser Doppelsterne, seinen Beobachtungen gemäß, auf dem Papiere, in Gestalt einer kleinen Karte, zu verzeichnen, und war nicht wenig erstaunt, zu sehen, daß der eine dieser Sterne um den andern, wie ein Planet um die Sonne, sich bewege. Allein er wagte es nicht, seine Entdeckung bekannt zu machen, bis er sich von der Wahrheit derselben an mehreren andern Sternen überzeugt hatte. Erst i. J. 1801 nahm er diese Beobachtungen wieder mit neuem Eifer vor, und jetzt erst, 24 Jahre

nach dem Anfange seiner Untersuchungen, stellte er, in zwei Abhandlungen (Philos. Transact. 1802 und 1804) die positive Behauptung auf, „daß es eigene Sternsysteme gebe, die aus zwei „Fixsternen zusammen gesetzt sind, von welchen der eine sich in „einer regelmäßigen Bahn um den andern bewege.“ Er führte in diesen beiden Memoiren gegen fünfzig Doppelsterne an, bei welchen diese Bewegung des einen um den andern durch die Beobachtungen außer Zweifel gesetzt wurde, ja er wagte es sogar schon, von einigen derselben die Umlaufszeit zu bestimmen.

Um das Jahr 1815 fing auch Struve in Dorpat an, sich mit diesem interessanten Gegenstande zu beschäftigen. Anfangs beobachtete er sie bloß mit seinem Mittagsrohre, als aber später der große 13füßige Refractor Fraunhofers in seine Hände kam (und er konnte nicht wohl in bessere kommen), nahm er diese ganze Arbeit nach einem neuen, größeren Plane wieder vor und verfolgte denselben mit einem Eifer, der von dem schönsten Erfolge gekrönt wurde.

Beinahe um dieselbe Zeit begann der jüngere Herschel (John Fred. William) vereint mit John South seine Beobachtungen der Doppelsterne. Sie machten dieselben meistens gemeinschaftlich an zwei Aequatorialen, deren Fernröhre 5 und 7 Fuß Brennweite und $3^3/_4$ und 5 Zoll Oeffnung hatten, wovon das letztere von dem berühmten Optiker Tully verfertiget, selbst eine Vergrößerung von 600 noch sehr gut ertragen soll. Die ersten Resultate ihrer Arbeiten gaben sie in dem Werke: Observations of 380 double stars, London 1825, heraus. Seitdem haben beide diesen Gegenstand eifrig verfolgt und Herschel besonders gab in den sechs ersten Bänden der k. astron. Gesellschaft in London mehrere sehr reiche und schätzbare Memoiren über diese Doppelsterne heraus. Erst vor Kurzem ist er nach dem Cap der guten Hoffnung gereist, um sich dort mit der Beobachtung der Doppelsterne des südlichen Himmels zu beschäftigen, von welchen bereits früher Dunlop, Astronom in Port Jackson in Neuholland, Mehreres bekannt gemacht hat.

Auch Prof. Amici in Modena soll mit den von ihm selbst verfertigten Spiegeltelescopen mehrere Beobachtungen von Doppelsternen gemacht haben, die aber bisher noch nicht bekannt geworden

sind. Bessel hat bei seinen Zonenbeobachtungen ebenfalls eine nicht geringe Anzahl von Doppelsternen durch seinen Meridiankreis gefunden und in seinen Sammlungen der Königsberger Beobachtungen bekannt gemacht. Auch ist er der erste, der bei Gelegenheit seiner Untersuchung des Doppelsterns 61 Schwan mit Bestimmtheit darauf aufmerksam gemacht hat, daß die Bewegungen dieser Gestirne nach dem von Newton entdeckten Gesetze der allgemeinen Schwere vor sich gehen. Savary, Encke und der jüngere Herschel entwarfen, wie bereits oben gesagt wurde, Methoden, die Elemente der Bahnen dieser Gestirne aus den Beobachtungen zu berechnen.

Noch muß hier der früheren Verdienste John Michel's erwähnt werden, der schon i. J. 1767 darauf aufmerksam machte, daß die Doppelsterne höchst wahrscheinlich nicht optisch, sondern physisch doppelt seyen. Er war davon bereits so überzeugt, daß er in seinem Memoir schon von der Möglichkeit der Bewegung eines dieser Sterne um den andern, von eigentlichen Sternsatelliten, spricht, die er daher der Aufmerksamkeit der Astronomen ganz besonders empfiehlt. Hätten diese zu den, allerdings bloß theoretischen, aber darum nicht minder begründeten Speculationen des englischen Physikers mehr Vertrauen gehabt, so würden sie schon i. J. 1767 angefangen haben, sich mit diesem Gegenstande zu beschäftigen, und selbst der ältere Herschel würde sich seine früheren, unrichtigen Hypothesen erspart und sich der Wahrheit, die er durch volle vier und zwanzig Jahre suchen mußte, viel schneller genähert haben.

Kapitel XIV.

Sterngruppen und Nebelmassen des Himmels.

§. 225. (Verschiedenheit der Körper des Himmels.) Der gestirnte Himmel ist nicht, wie es wohl auf den ersten Blick scheint, nur mit einer einzigen Art von Körpern, mit lichten, runden Sternen bedeckt, sondern die Natur, deren Mannigfaltigkeit in ihren Erzeugnissen wir schon auf der Erde so oft zu bewundern Gelegenheit haben, hat diesen Reichthum ihrer Schöpfungskraft und diese Abwechslung von Formen in einem noch viel höheren Grade in dem endlosen Weltraume entwickelt.

Wir haben bereits im vorhergehenden Kapitel von den doppelten, von den drei- und vierfachen Sternen gesprochen, von welchen man besonders die ersten so häufig am Himmel trifft. Allein die Fernröhre haben uns noch viel mehr zusammengesetzte und offenbar innig zusammengehörende Systeme von Fixsternen kennen gelehrt. Sie zeigen uns überdieß noch andere Gegenstände, die nur mehr als lichte Wolken erscheinen, die wir aber, wenn unsere Telescope einmal noch mehr vervollkommnet seyn werden, wahrscheinlich auch als solche Sternensysteme sehen würden, so daß wenigstens die meisten derselben nichts als ungemein entfernte Aggregate von Fixsternen sind, die uns aber durch unsere, für ihre Auflösung noch zu schwachen Instrumente, nur noch unter der Gestalt von mehr oder weniger lichten Nebeln erscheinen.

§. 226. (Einzelne sternreiche Gegenden des Himmels.) Selbst der erste Anblick des Himmels, mit unbewaffneten Augen, zeigt uns schon, daß die Sterne, mit welchen er bedeckt ist, keineswegs gleichförmig auf ihm vertheilt sind. Wer kennt nicht die schöne Gruppe von Sternen am Halse des Stiers, die unter dem Namen der Pleiaden oder der Gluckhenne bezeichnet wird. Das Haar der Berenice, die Krippe im Krebse u. s. sind ähnliche dichtgedrängte Sammlungen von Fixsternen, die zu sehr von den anderen in ihrer Nähe verschieden sind, als daß man sie nicht als zusammen gehörend und gleichsam für ein familienweise verbundenes, für sich abgeschlossenes System von Himmelskörpern zu halten veranlaßt werden sollte.

§. 227. (Die Milchstraße.) Was sollen wir aber erst von der bereits oben betrachteten Milchstraße sagen, von jenem schönen, hellen Bogen, der in der Gestalt eines größten Kreises durch den Himmel zieht? Einzelne Theile dieser lichten Zone sind durch einen ganz besonders hellen Glanz ausgezeichnet, in anderen Gegenden derselben aber sieht man gleichsam dunkle Oeffnungen und Spalten und seitwärts auslaufende Aeste. Schon mäßige Fernröhre lösen uns die hellsten Gegenden dieser Zone in unzählige kleine, dichtgedrängte Fixsterne auf und mit guten Telescopen sieht man, daß diese Stellen immer desto sternreicher sind, je heller sie dem bloßen Auge erscheinen, zum Beweise, daß das Licht dieser Straße bloß von den in ihr gehäuften und dicht gedrängten Sternen kommt, obschon in der That mehrere Stellen derselben auch durch unsere besten Instrumente sich nicht mehr in einzelnen Sternen auflösen lassen, wahrscheinlich, weil sie dort zu entfernt von uns und zu nahe neben einander stehen, um noch einzeln von uns erkannt zu werden.

§. 228. (Gestalt der Milchstraße.) Der ganze regelmäßige Bau dieser wunderbaren Zone von wahrhaft unzähligen Sternen zeigt uns, daß sie ein isolirtes System von Sonnen am Himmel bildet, ein System, zu welchem auch unsere eigene Sonne als ein zwar kleiner, aber doch integrirender Theil desselben gehört. Wahrscheinlich sind wir nicht eben weit von dem Mittelpunkte dieses ungeheuern Sonnengebäudes entfernt, weil wir sonst,

wenn wir weit außer demselben wären, dasselbe nicht mehr unter der Gestalt eines größten, sondern nur als einen kleinern Kreis am Himmel erblicken würden. Auch kann dieses Gebäude nicht die Gestalt einer regelmäßigen Kugel haben, weil wir sonst, nahe aus dem Mittelpunkte derselben, die Sterne, aus welchem die Milchstraße zusammengesetzt ist, nach jeder Seite des Himmels gleich vertheilt oder gleich dicht neben einander sehen müßten, was doch gegen die Erfahrung ist. Wir sind vielmehr veranlaßt, die Gestalt dieses Sonnenlagers linsenförmig anzunehmen. Wenn wir nämlich unser Auge nach der scharfen Kante dieser Linse richten, so sehen wir die Sterne dicht gedrängt hinter einander stehen, während sie im Gegentheile, je weiter sie von dieser Kante entfernt sind, desto seltener und weiter von einander stehend getroffen werden, ganz eben so, wie wir in der Mitte eines schmalen, aber langen Waldes, die Bäume desselben in der Richtung der Länge des Waldes sehr zahlreich und dicht, in der Richtung der Breite aber nur sparsam und weit von einander entfernt erblicken.

Wenn aber unser Sonnensystem nicht in der Nähe dieses großen linsenförmigen Sternengebäudes, sondern wenn es weit seitwärts von demselben entfernt läge, so würden wir die ganze Milchstraße auch nicht mehr unter der Gestalt eines größten Kreises des Himmels, sondern wir würden sie als einen kleineren Kreis, oder vielmehr als eine Ellipse sehen, die aber einem solchen kleineren Kreise desto näher kömmt, je mehr unsere Gesichtslinie auf der großen Fläche dieser Linse senkrecht steht. Wenn wir z. B. um den größten Durchmesser der Linse senkrecht von ihr abstünden, so würden wir sie als eine kreisförmige Scheibe von 60 Graden im scheinbaren Durchmesser, also nahe so groß sehen, als uns jetzt das Sternbild des großen Bären erscheint. In einer Entfernung von zehn Durchmessern aber würde diese Linse nur $5^1/_2$ Grade, und in einer Entfernung von hundert solchen Durchmessern, nur mehr einen halben Grad betragen. In dieser letzten Entfernung würden wir aber, selbst mit unseren besten Fernröhren, die einzelnen Sterne der Milchstraße nicht mehr erkennen, und das Ganze würde uns nur mehr als eine kleine, matt beleuchtete Wolke erscheinen.

§. 229. (Andere, ähnliche Gegenstände des Himmels.) Allein

solcher kleinen, matten Lichtwolken sehen wir mit unseren Fernröhren in der That sehr viele am Himmel. Daß sie aber keine Wolken sind, daß sie nicht unserer Atmosphäre, sondern dem Himmel selbst angehören, folgt schon daraus, daß sie, seit Jahrtausenden, weder ihre Gestalt, noch ihren Ort am Himmel ändern, sondern vielmehr, gleich den eigentlichen Fixsternen, immer dieselbe Stelle einnehmen.

Der ältere Herschel hat bereits über dreitausend solcher Himmelswolken entdeckt, und es gelang ihm auch mit Hülfe seiner vortrefflichen Telescope, viele derselben in einzelne Sterne aufzulösen, zum Beweise, daß sie in der That nichts anderes, als eben solche Aggregate von Fixsternen, wie unsere Milchstraße, sind. Allein viele derselben behalten auch in den besten Fernröhren noch immer ihre frühere Gestalt von Wolken oder Nebeln bei und diese müssen daher, wenn sie anders noch aus Sternen bestehen, noch ungleich weiter, als jene von uns entfernt seyn. Doch ist es auch möglich, daß mehrere von ihnen in der That nur bloße Lichtnebel, also Himmelskörper von einer ganz andern Art sind, als diejenigen, welche wir bisher kennen gelernt haben.

§. 230. (Aeltere Eintheilung dieser Gegenstände in Klassen.) Derselbe vortreffliche Beobachter bemerkte bald, daß diese Gegenstände, deren er eine so bedeutende Anzahl am Himmel gefunden hatte, große Verschiedenheiten unter sich zeigten, und er fand es daher für nöthig, zur bessern Uebersicht derselben sie in acht Klassen einzutheilen.

Die erste Klasse enthielt die sehr hellglänzenden Nebel, die sich, auch durch seine besten Telescope, nicht in Sterne auflösen lassen. Herschel führt derselben 288 an. Die zweite enthielt 907 lichtschwache, die dritte 978 sehr matt schimmernde, ebenfalls unauflösbare Nebel. Die meisten Gegenstände dieser drei Klassen haben eine völlig unregelmäßige Gestalt und meistens noch einzelne Theile, die sich durch ein helleres Licht von den übrigen unterscheiden. In der vierten Klasse führt er die sogenannten planetarischen Nebel auf, die eine ganz kreisförmige Gestalt, in allen ihren Theilen durchaus dieselbe Lichtstärke und meistens noch einen beträchtlichen Durchmesser von fünf, zehn und mehr

Secunden haben. In diese Klasse nahm er auch die sogenannten Nebelsterne und Sternnebel auf (nebulous stars und stellar nebulae), von welchen die ersten eigentliche, helleuchtende Fixsterne mit kreisrunden, nebligen Atmosphären sind, deren Gränzen sich allmählig verlieren, während die anderen aus Fixsternen bestehen, die mit Nebeln von besonderer Gestalt, von der eines Pinsels, eines Fächers, einer Locke, einer Wulst u. dgl. in Verbindung stehen. Die fünfte Klasse enthält 52 sehr große und oft mehrere Quadratgrade ausgebreitete Nebelstellen mit auslaufenden Zweigen oder Armen. Die sechste, siebente und achte Klasse endlich enthält die eigentlichen Sterngruppen (clusters of stars), oder reiche und dicht gedrängte Sammlungen kleinerer Sterne. Die der sechsten Klasse sind sehr sternreiche, die der siebenten dicht gedrängte und meistens kreisrunde, und die der achten endlich mehr unordentlich zerstreute Sammlungen von kleinen Fixsternen, deren erster Anblick aber schon zeigt, daß sie zusammen gehören und gleichsam ein eigenes System von Fixsternen am Himmel bilden.

§. 231. (Bemerkungen über diese Eintheilung.) Diese Sonderung jener Gegenstände in acht Klassen, deren Gränzen, wie man sieht, nicht scharf geschieden sind, enthält zu viel Willkührliches, als daß sie lange hätte beibehalten werden sollen. Sie war um so unbequemer, da der ältere Herschel den Ort derselben am Himmel nicht unmittelbar, sondern nur durch ihre Abstände von bekannten Sternen angegeben hatte. Sein Sohn, der Erbe seiner vorzüglichen Telescope und seines ausgezeichneten Beobachtungstalentes, hat es daher vorgezogen, diese Gegenstände ganz so, wie wir es bisher mit den Planeten und Fixsternen zu thun pflegten, durch die Rectascension und Declination derselben (Einl. S. 31.). anzugeben, was offenbar zweckmäßiger und bequemer zugleich ist.

§. 232. (Verzeichnisse dieser Gegenstände.) Die ältesten Verzeichnisse dieser Nebel und Sterngruppen, die des älteren Herschel, sind in den Philos. Transact. für die Jahre 1786, 1789 und 1802 enthalten. Aus ihnen hat Bode in seinen berl. Jahrbüchern für 1791 und 1794, so wie J. W. Pfaff in seinem Werke: „Schriften Herschels, Dresden 1826," Uebersetzungen und Auszüge

gegeben. Der jüngere Herschel hat erst in den letzten Jahren die meisten dieser Gegenstände revidirt und nach seinen eigenen Beobachtungen ein Verzeichniß von 2306 Nebeln und Gruppen in den Phil. Transact. für d. J. 1833 gegeben. Noch besitzen wir ein anderes, kleineres Verzeichniß dieser Art von Messier (Mém. de l'Acad. de Paris 1771 und Conn. des temps 1783 und 1784), welches aber nur diejenigen Gegenstände enthält, die noch mit Fernröhren von 3 bis 4 Zoll Oeffnung gesehen werden können.

§. 233. (Nothwendigkeit guter Fernröhre zur Beobachtung dieser Himmelskörper.) Viele dieser Gegenstände sind nämlich so lichtschwach, daß sie nur durch unsere besten Fernröhre gut gesehen werden können, und die meisten derselben erfordern auch dann noch die zur Beobachtung vortheilhaftesten Umstände, eine durchaus reine, wolkenleere Atmosphäre, Entfernung von Dämmerung, Mondlicht, Beleuchtung durch Lampen u. s. Wie verschieden viele dieser Himmelskörper durch verschiedene Fernröhre erkannt werden, kann man sehen, wenn man die Beschreibungen vergleicht, die Herschel und Messier von denselben Nebeln in ihren Katalogen gegeben haben.

§. 234. (Vertheilung derselben am Himmel.) Wenn man die erwähnten Kataloge näher betrachtet, so sieht man, daß einige Gegenden des Himmels sehr reich an diesen Gegenständen sind, während andere beinahe nichts von ihnen enthalten. Gewöhnlich trifft man sie in ganzen Lagern neben einander geschichtet an. Ja man kann sogar sagen, daß die meisten derselben eine Art Zodiacus, eine Zone bilden, die in der Gestalt eines größten Kreises, wie die der Milchstraße, über den ganzen Himmel zieht. Diese Nebelzone durchschneidet die eigentliche Milchstraße unter rechten Winkeln und geht nahe durch die beiden Nachtgleichen-Punkte, oder durch 0^h und 12^h der Rectascension. In dieser Zone findet man sie am häufigsten, und zwar am meisten gedrängt in den Sternbildern der Jungfrau, der Berenice und des großen Bären.

Gewöhnlich ist die äußerste Gränze dieser Nebellager scharf abgeschnitten und unmittelbar an diesen Nebeln ist der Himmel sehr rein. Der ältere Herschel fand diese Bemerkung so allgemein, daß er immer, so oft er auf eine solche ganz nebelleere Stelle des

Himmels kam, bald darauf ein neues Lager von Nebeln erwartete, und er wurde nur sehr selten in dieser Erwartung getäuscht.

§. 235. (Nähere Betrachtung dieser Gegenstände.) Da es ohne Zweifel eine ganz vergebliche Mühe seyn würde, die Eigenschaften oder die Bestimmungen dieser wunderbaren Himmelswesen zu erforschen, indem die Kenntniß derselben noch viel zu neu ist (Herschel fing die Beobachtungen derselben erst i. J. 1784 an), um Fragen dieser Art jetzt schon beantworten zu wollen, so wird es besser und angemessener seyn, vorerst noch mehr Beobachtungen über diese Weltkörper zu sammeln. Wir wollen uns begnügen, hier dasjenige kurz zusammen zu stellen, was aus den bisherigen Beobachtungen der beiden Herschel als das Vorzüglichste betrachtet werden kann. Zu diesem Zwecke wollen wir sie, nach ihren verschiedenen Gestalten abgesondert, näher betrachten.

§. 236. (Eigentliche Sterngruppen.) Sterngruppen, oder auch Sternhaufen nennt man diejenigen isolirten, lichten Stellen des Himmels, die sich, wenigstens durch bessere Fernröhre, durchaus in einzelne Sterne auflösen lassen, während sie mit freien Augen entweder nur als matte Lichtwolken, oder auch, im gewöhnlichsten Falle, gar nicht sichtbar sind. Einige derselben kann man schon mit Fernröhren von 3 bis 4 Zoll Oeffnung sehen, und wir werden diese besonders bemerken, damit die Leser, die wenigstens mit solchen Instrumenten versehen sind, diese Gegenstände am Himmel selbst nachsehen und näher kennen lernen mögen.

Die in den folgenden Angaben aufgeführten Rectascensionen AR und Poldistanzen P gehören durchaus für das Jahr 1830 und können daher, da die Durchmesser dieser Gegenstände meistens sehr bedeutend sind, auch für 30 Jahre vor- und rückwärts von dieser Epoche gelten. Daß zu ihrer Aufsuchung am Himmel ein parallactisch aufgestelltes Fernrohr nothwendig ist, bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Zu diesen Sterngruppen gehören also vorerst jene, die man schon mit freien Augen oder doch mit sehr schwachen Fernröhren, als eigentliche Sammlungen von Sternen, erkennt. Hieher gehören:

AR = 3^h 39′, P = 66° 30′ die bekannten Pleiaden oder die Gluckhenne am Halse des Stiers, mit freien Augen schon auflösbar.

AR = 2^h 6′, P = 33° 38′ im Wehrgehenke des Perseus, dem unbewaffneten Auge als eine lichte Wolke auffallend. Die Gruppe bildet eine Ellipse, in deren Mitte ein Doppelstern ist.

AR = 8^h 29′, P = 69° 30′ die sogenannte Krippe im Sternbilde des Krebses.

AR = 11^h 50′, P = 64° 0′ das Haupthaar der Berenice, mit freien Augen schon auflösbar.

§. 237. (Telescopische Gruppen.) Aber ohne uns weiter bei diesen und ähnlichen bekannten Gruppen aufzuhalten, gehen wir sofort zu den eigentlich telescopischen Sterngruppen über, deren man so viele am Himmel bemerkt. Ihre Gestalt ist beinahe durchaus rund und oft genau kreisförmig; die Sterne, aus welchen sie zusammengesetzt sind, scheinen alle gleich groß zu seyn, und nur zuweilen findet man einen oder einige größere Sterne in der Mitte dieser Gruppen. Diese größeren Sterne sind dann oft auch durch eine rothe Farbe ausgezeichnet oder auch eigentliche Doppelsterne. Diese Kugelform findet man vorzüglich bei allen jenen Gruppen, deren Sterne sehr klein und gedrängt sind, gleichsam als wären diese in ihrer Ausbildung schon weiter vorgeschritten, während die anderen an ihren Gränzen noch unregelmäßig sind und oft selbst in Zweige und Arme auslaufen. Die Anzahl der Sterne in den sehr gedrängten Gruppen ist oft wahrhaft außerordentlich. An ein eigentliches Zählen läßt sich da nicht mehr denken, aber nach Herschels Schätzungen sind oft zehn und selbst zwanzig tausend Sterne in einem kugelförmigen Raume zusammen gepreßt, dessen Durchmesser kaum 8 bis 10 Minuten hat, dessen Oberfläche also kaum den zehnten Theil der Oberfläche des Vollmonds beträgt. Gegen die Mitte dieser Gruppen nimmt die Helle derselben meistens stufenweise zu, weil diese Sterne, wie die Fernröhre zeigen, immer enger an einander stehen, je weiter sie zum Mittelpunkte vordringen, so daß also diese Centralhelle nicht bloß optisch ist, wie sie auch jede andere, aus durchaus gleich weit ab-

stehenden Sternen gebildete Kugel zeigen würde, sondern daß dieselben gegen den Mittelpunkt der Kugel in der That näher an einander rücken, was wahrscheinlich die Folge einer größeren Attraction dieses Mittelpunktes ist.

§. 238. (Größe und Entfernung dieser Gruppen.) Es scheint gewagt zu seyn, diese zahllosen Sterne, aus welchen jene Gruppen bestehen, für eben so viele Sonnen, gleich der unserer Sonne, anzunehmen. Aber wer mag uns widersprechen, wenn wir behaupten wollten, daß sie vielleicht noch viel größer sind, und daß, so nahe sie uns auch an einander gedrängt erscheinen, ihre wahren Distanzen doch eben so bedeutend seyn können, als diejenigen, welche die einzelnen Fixsterne von einander trennen, daß sie alle Millionen, ja Billionen von Meilen von einander entfernt seyn mögen. Wenn uns solche Behauptungen übertrieben erscheinen, so folgt daraus noch nicht, daß sie es auch in der That sind. Für jene Fernen fehlt uns aller Maaßstab und unsere bloß relativen Begriffe von Größe finden dort keine Anwendung mehr. Wenn das Licht von zehntausend Sonnen zusammen genommen uns doch nur wie das eines Sterns der fünften oder sechsten Größe erscheint, so muß wohl ihre Entfernung von uns ganz außerordentlich und noch viel größer seyn, als selbst die Distanz der anderen Fixsterne unter sich, so groß auch diese letzte uns erscheinen mag.

— — Who can satiate sight
In such a scene, where depht, height, breadth
Are lost in their extremes, and where, to count
The thick-sown glories in this ocean of Suns,
Perhaps a Seraph's computation fails.
Young.

§. 239. (Natur dieser Gruppen.) Wie sich dieß übrigens auch verhalten mag, die Kugelform, die scharfe Begränzung und die auffallende Symmetrie des inneren Baues dieser wundervollen Sonnengebäude zeugt von Einheit des Zwecks und von einer bestimmten, in sich selbst abgeschlossenen Natur dieser Himmelskörper. Ihr ganzes geheimnißvolles Wesen scheint von einer einzigen Kraft der Anziehung durchdrungen, von einem eigenen,

gemeinsamen Bande des Zusammenhangs umschlungen zu seyn, dessen innere Einrichtung und Organisation uns wohl immer unbekannt bleiben wird.

§. 240. (Vorzüglichste Sterngruppen.) Hier folgen die ausgezeichnetsten dieser Gruppen, von denen man mehrere schon mit mäßigen Fernröhren erkennen kann.

AR = 13^h 4′, P = 70° 56′. Eine sehr schöne und stark gedrängte Gruppe, in der Mitte ungemein hell, am Rande etwas ausgezackt. Durchmesser der nahe runden Gestalt 5 Minuten. Die Sterne sind sehr klein, der XII. bis XX. Größe und die Anzahl derselben ungemein groß.

AR = 13^h 34′, P = 60° 46′. Sehr schöne, runde Gruppe von 6 Min. Diameter. Sie enthält wenigstens tausend Sterne der XI. Größe und darunter. Sie bilden eine helle Stelle gegen den Mittelpunkt, aus welchen gleichsam Lichtstrahlen gegen den Umkreis ausströmen.

AR = 13^h 58′, P = 60° 40′. Sehr große, reiche Gruppe von 10 Min. Diameter. Die Sterne sind der XII. und XVIII. Größe. Die Gruppe hat keinen lichten Kern und die Sterne sind gegen die Mitte der Gruppe ungemein gedrängt und selbst für starke Fernröhre unauflösbar.

AR = 15^h 10′, P = 87° 16′. Sehr schöne und gedrängte kugelförmige Gruppe. Die Beleuchtung derselben wächst stark gegen die Mitte, wo die Sterne nicht mehr getrennt werden können. Der Durchmesser des Ganzen ist $2^1/_2$ Minuten. Die ganze Nachbarschaft um diese Gruppe ist sternenleer.

AR = 16^h 35′, P = 53° 12′. Sehr reiche Gruppe von unregelmäßiger Gestalt ohne eigentlichen Kern, der Rand gleichsam behaart. Die Sterne der X. und XV. Größe sehr dicht stehend. Diameter 8. Min. Diese Gruppe steht zwischen η und ζ Hercules und ist am Ende dieses Werkes abgebildet.

AR = 16^h 48′, P = 93° 50′. Eine runde Gruppe von zerstreut stehenden Sternen, 10 Min. Durchmesser, ohne eigentlichen Kern.

AR = 17^h 47′, P = 108° 58′. Große, reiche, nicht sehr gedrängte Gruppe von 60 bis 80 Sternen, die größtentheils in regelmäßigen krummen Linien zu liegen scheinen.

AR = 18^h 26′, P = 114° 1′. Sehr schöne, kugelförmige Gruppe, allmählig heller gegen die Mitte, aber ohne eigentlichen Kern. Die Sterne der XII. bis XX. Größe scheinen durchaus gleich vertheilt und die Gränze des Ganzen verwaschen.

AR = 18^h 43′, P = 96° 28′. Schöne, aber unregelmäßige Gruppe von nahe 12 Min. Diameter. Die Sterne alle der XII. Größe mit einem größeren der IX. Größe in der Mitte. Das ganze Bild scheint in fünf oder sechs verschiedene Gruppen gebrochen zu seyn.

AR = 19^h 10′, P = 60° 7′. Schöne, gedrängte Gruppe, die nahe die Gestalt eines Dreiecks hat. Reich, ohne Kern. Größter Durchmesser 3 Minuten. Die Sterne von verschiedener Größe.

AR = 19^h 23′, P = 81° 7′. Sehr reich und gedrängt. Im südlichen Theile der Gruppe ist ein Doppelstern. Diameter 40 Secunden.

AR = 21^h 22′, P = 78° 34′. Groß, licht, unregelmäßig rund, gegen die Mitte heller, als wenn hier die Gruppe eine wulstige Erhöhung hätte. Aus dem Mittelpunkte scheinen Lichtstreifen gegen die Peripherie zu gehen.

AR = 21^h 25′, P = 91° 34′. Schön, groß, rund, auflösbar. Gegen die Mitte sehr hell, gleichsam flammend, obschon hier die Sterne nicht dichter stehen. Der Anblick der Gruppe gleicht dem eines Haufen Goldsandes. Der hellste Theil des Ganzen beträgt 6 Secunden im Durchmesser, und das Licht desselben gleicht dem eines Sterns der VI. Größe.

AR = 23^h 48′, P = 34° 14′. Sehr schöne, große, runde Gruppe von 15 Min. Diameter, sehr reich an dicht gedrängten

Sternen. Das Ganze wird allmählig lichter gegen die Mitte, aber ohne Verdichtung zu einem eigentlichen Kern. Die Sterne sind der X. bis XVIII. Größe.

Von denjenigen Gruppen, die einen ausgezeichnet gefärbten Stern in ihrer Mitte haben, kann man bemerken:

AR = 2^h 10′, P = 33° 38′. Groß und schön, gegen die Mitte heller. Diese Gruppe steht nahe bei der oben erwähnten großen Gruppe des Perseus. Mit einem rothen Stern in der Mitte.

AR = 5^h 8′, P = 50° 51′. Eine reiche Gruppe mit einem Stern der VII. Größe, der orangefarb ist.

AR = 21^h 25′, P = 39° 10′. Schöne, runde Gruppe von Sternen der XV. bis XX. Größe, 8 Minuten Diameter. In der Mitte ein röthlicher Stern der X. Größe.

AR = 21^h 38′, P = 37° 5′. Ein sehr merkwürdiger Gegenstand, nämlich ein ovaler Ring von kleinen, nahe an einander stehenden Sternen gebildet und in der Mitte des Rings ein Stern der IX. Größe von rother Farbe.

Gruppen, mit Doppelsternen in ihrer Mitte, finden sich ebenfalls mehrere am Himmel, z. B.

AR = 2^h 31′, P = 47° 57′. Eine schöne Gruppe von nahe zwanzig Sternen der IX. bis XI. Größe und vielen andern kleineren. In der Mitte derselben ein Doppelstern.

AR = 4^h 57′, P = 52° 51′. Gut begränzte Gruppe von nahe 30 Sternen mit einem Doppelstern.

AR = 6^h 43′, P = 89° 21. Eine reiche, gleichsam in drei Aeste gespaltene Gruppe, in deren Hauptstelle ein Doppelstern.

AR = 8^h 5′, P = 95° 16. Schöne, große, reiche Gruppe von Sternen der IX. bis XIII. Größe, zwischen welchen aber der Hintergrund des Himmels mit unzähligen, kleinen, lichten Punkten wie besäet erscheint. In der Mitte des ganzen Gebäudes ein Doppelstern.

AR = 19^h 59′, P = 54° 42′. In einer Gruppe von 5 hellen und vielen andern kleineren Sternen ist ein Doppelstern.

AR = 20h 1′, P = 69° 23′. Eine Gruppe von vielen Sternen der X. bis XIII. Größe. Der größte unter ihnen ist ein Doppelstern.

AR = 21h 2′, P = 39° 50′. Eine sonderbare, zerstreute Gruppe, in welcher mehrere dreifache Sterne.

AR = 23h 48′, P = 29° 44′. Sehr reiche Gruppe von 4 Min. Durchmesser. Die Sterne der XII. Größe; einer unter ihnen ist ein Doppelstern.

Hieher gehört auch die bereits erwähnte Gruppe, die Krippe im Krebs, in deren Mitte ebenfalls ein Doppelstern steht, so wie in der Gruppe des Wehrgehenkes im Sternbilde des Perseus.

Die angeführten Doppelsterne sind meistens, aber nicht immer, in der Mitte der ganzen Gruppe und gewöhnlich größer, als alle übrigen Sterne. Doch trifft man auch zuweilen andere Gruppen, in welchen die kleinen, oft sehr dicht stehenden Sterne um einen großen, lichten Centralstern gelagert und gleichsam angereiht sind, wie z. B. in AR = 8h 38′ und P = 76° 47′.

Einer dreieckigen Gruppe haben wir schon oben erwähnt.

Eine andere von derselben Gestalt findet man in AR = 23h 56′ und P = 111° 40′. Auch eine viereckige Gruppe sieht man in AR = 19h 23′, P = 70° 5′; sie ist 3 Min. lang und 2 Min. breit und besteht aus sehr gedrängten Sternen der XIV. bis XVIII. Größe.

In AR = 23h 4′, P = 30° 21′ sieht man eine andere helle Gruppe, die aus zwei geraden Linien von dicht an einander gestellten Sternen besteht, zwischen welchen mehrere andere, kleinere ausgestreut sind.

Das Vorhergehende wird genügen, dem Leser von dem Reichthume dieser Sterngruppen einen angemessenen Begriff zu geben.

§. 241. (Nebelmassen des Himmels.) Es wurde bereits oben bemerkt, daß auch die eigentlichen Sterngruppen, durch mäßige Fernröhre besehen, nur wie mehr oder weniger lichte Nebel erscheinen, während sie doch durch stärkere Instrumente in die einzelnen Sterne aufgelöst werden, aus welchen sie in der That zusammengesetzt sind. Wahrscheinlich ist dieß auch der Fall mit den meisten derjenigen Himmelskörper, die uns, auch durch unsere besten

Telescope besehen, immer noch als Nebel erscheinen, während sie doch in noch viel besseren Fernröhren, als diejenigen sind, zu welchen es die Kunst bisher gebracht hat, sich ohne Zweifel ebenfalls in Sterne auflösen würden. Diese sind daher nur wieder als eigentliche Sterngruppen zu betrachten, deren Sterne aber entweder zu klein, oder zu lichtschwach, oder endlich zu weit von uns entfernt sind, um noch deutlich unterschieden zu werden. Doch mögen auch viele unter diesen wundervollen Wesen des Himmels seyn, welche nicht mehr aus eigentlichen Sternen zusammengesetzt sind: Wesen eigener Art, die als wahre Lichtnebel für sich bestehen und keineswegs als bloße optische Erscheinungen betrachtet werden können.

Es gibt in der That ganze große Gegenden des Himmels von mehreren Quadratgraden, die völlig mit dieser Nebelmasse überzogen sind. Diese Gegenden zeichnen sich nicht bloß durch ihr helleres Licht vor dem übrigen dunklen Rande des Himmels, sondern auch durch ein eigenes schuppen- oder flockenartiges Ansehen aus, und es erfordert nur eine geringe Uebung des Auges, um zu sehen, daß sie keineswegs bloß die Wirkung sehr dicht stehender, entfernter Sterne seyn können. Ja oft sieht man diese Nebel in einer so unmittelbaren Verbindung mit eigentlichen hellen Fixsternen, daß man den wesentlichen Unterschied zwischen diesen beiden Gattungen von Himmelskörpern nicht weiter verkennen kann, wie wir weiter unten bald näher sehen werden.

Wir wollen uns hier wieder darauf beschränken, die vorzüglichsten dieser eigentlichen Nebel zur bessern Uebersicht, nach ihrer äußern Form in Klassen geordnet, näher anzuführen.

§. 242. (Sehr große und weit verbreitete Nebel.) Diese sind gewöhnlich sehr lichtschwach und in ihren Gränzen sehr unbestimmt und verwaschen, daher man sie nur mit sehr starken Fernröhren sehen kann. Bei den folgenden ist die Ausdehnung derselben in Quadratgraden angegeben, wobei man bemerken kann, daß die Oberfläche der Sonne oder des Mondes für uns nahe den vierten Theil eines Quadratgrades beträgt. Wenn es daher von einem solchen Nebel heißt, daß er fünf Quadratgrade einnimmt, so heißt dieß, daß er in seiner Oberfläche zwanzigmal größer, als die

Sonne, erscheint. Ein Nebel von acht Quadratgraden wird eben so eine 32mal größere scheinbare Fläche haben, als die Sonne. Wenn also in dem letzten Falle ein solcher Himmelskörper auch nur so weit, wie der nächste Fixstern, das heißt, wenn er vier Billionen Meilen (I. S. 166.) von uns entfernt ist, so wird der wahre Durchmesser desselben schon gegen 200000 Millionen Meilen betragen, also 500mal größer seyn, als der Umfang der ganzen Uranusbahn, deren Durchmesser 840 Mill. Meilen beträgt. Eine Ausdehnung, von welcher auch die lebhafteste Phantasie sich keinen angemessenen Begriff mehr zu machen im Stande ist.

AR	P	Quadratgrade
0^h 12′	85° 34′	7,6
0^h 36′	47° 3′	8,6
5^h 10′	65° 6′	3,4
5^h 27′	94° 73′	4,6
13^h 58′	55° 20′	1,6
20^h 58′	92° 17′	4,1

Herschel hat die Flächenräume aller von ihm beobachteten Nebel dieser Art in eine Summe gebracht und diese über 200 Quadratgrade groß gefunden, so daß daher die Menge des in dem Weltraume zerstreuten Nebels in der That an das Ungeheure zu gränzen scheint.

§. 243. (Größere, unregelmäßige Nebel.) Diese Gattungen von Nebeln sind zwar kleiner, als die vorhergehenden, übertreffen aber doch die Oberfläche der Sonne oder des Mondes oft noch vielmal; sie sind überdieß an ihrem Rande meistens schärfer begränzt und haben eine noch sehr unregelmäßige Form. Oefter entdeckt man an ihnen auffallend hellere Stellen, in welchen das Licht gleichsam concentrirt erscheint, und diese Stellen sind meistens abgerundet oder nahe kreisförmig.

Einen solchen Nebel sieht man z. B. in AR = 12^h 5′, P = 74° 9′. Er hat die Gestalt eines langen, an seinen Enden unregelmäßigen Streifens von 10 Min. Länge und nahe bei seiner Mitte eine helle, kernartige Stelle. Einen noch viel größeren sieht man in AR = 20^h 53′, P = 46° 20′, dessen Gränzen aber sehr schwach und unbestimmt sind. In AR = 8^h 30′ und P =

119° 21′ ist ein, vielleicht durch stärkere Fernröhre auflösbarer Nebel, der die Gestalt des Buchstabens X hat und sich über sechs Minuten im größten Durchmesser erstreckt. In AR = 18h 11′, P = 106° 15′ ist ein anderer großer Nebel, der die Gestalt eines Ω hat. Einige Stellen desselben sind in der That in Sterne auflösbar. Auch hat er zwei andere große, runde und lichte Stellen, deren Beleuchtung gegen die Mitte sehr zunimmt. AR = 20h 39′, P = 59° 54′ bei ϰ Schwan; ein langer, gewundener Streifen, milchfarbig, 30 Min. lang; nahe nördlich über ihm ein anderer schwächerer und schlangenförmiger Nebel. In AR = 20h 49′, P = 58° 57′ endlich ist ein über einen Grad langer Nebel, dessen eine Hälfte gabelförmig gespalten ist. An der Stelle, wo diese Spaltung beginnt, sieht man vier Sterne, die ein Trapez unter sich bilden. Dieser sonderbare Himmelskörper ist nur ohne Beleuchtung mit den besten Fernröhren sichtbar und die ihn begränzende Umgegend ist ganz mit einem schuppenartigen Nebel überzogen.

§. 244. (Nebel mit helleren Theilen.) In sehr vielen Nebeln bemerkt man einen, oft beträchtlich großen lichten Theil, der sich durch seine hellere Farbe von den übrigen sehr unterscheidet. Gewöhnlich ist dieser hellere Theil, dieser Kern des Nebels, nahe kreisrund, besonders bei jenem, wo das Licht in demselben sehr stark ist und gegen den Mittelpunkt des Kerns schnell zunimmt. Man trifft diese Kernnebel selten allein, sondern gewöhnlich in ganzen Heerden am Himmel an, gleichsam als wenn sie aus den Nebeln der vorigen Arten durch Zerreißung, durch Trennung oder durch eine theilweise Condensation des Nebelstoffes entstanden wären. Herschel sah oft in einer halben Stunde über dreißig solcher Nebel durch das Feld seines unverrückten Telescops ziehen. Eines der größten Lager derselben geht durch das Haar der Berenice, durch den großen Bären, die Andromeda und durch den nördlichen Fisch bis zu dem Kopf des Centaurs und ist in dieser ganzen gewaltigen Ausdehnung überall reich an solchen Kernnebeln. Einige unter ihnen haben auch zwei und selbst mehr solche lichte Kerne, wie wir schon kurz zuvor bei jenem von der Gestalt des Ω angeführt haben. Ein anderer ist in AR = 9h 22′, P = 67°

45′, elliptisch gebaut und über drei Minuten lang, der entweder zwei hart an einander stehende Kerne hat, oder selbst ein Doppelnebel ist. Auch der in AR = 12h 7′, P = 52° 44′ hat einen doppelten hellen Kern.

§. 245. (Nebel von regelmäßiger Gestalt.) Diese sind beinahe durchaus nahe kreisrund oder elliptisch gestaltet. Jene haben meistens einen hellen Kern in der Mitte, dessen Umfang mit dem des ganzen Nebels concentrisch ist. Sie zeichnen sich vor allen vorhergehenden durch ihre hellere Farbe und durch ihre kleineren Dimensionen aus, wahrscheinlich, weil das Licht in diesen Himmelskörpern schon mehr verdichtet ist und die Bildung derselben schon eine höhere Stufe erreicht hat. Mit diesen Nebeln scheint die bisher bloß schaffende Kraft der Natur bereits in eine mehr vorherrschende formbildende Kraft überzugehen. Solche Nebel findet man in

AR = 1h 16′, P = 81° 21′, rund, licht, gegen die Mitte schnell zunehmend — Diameter 1 Min.

AR = 5h 24′, P = 68° 7′. Elliptisch, 4 Min. lang, 3 Min. breit; ein schönes Bild.

AR = 8h 31′, P = 39° 11. Elliptisch, hell und noch viel heller in der Mitte. 30 Sec. lang, 20 Sec. breit.

AR = 9h 41′, P = 20° 8′. Sehr licht und elliptisch, in der Mitte viel heller. Von dem Mittelpunkte gehen mehrere Strahlen aus, die 3 und 4 Minuten lang sind.

AR = 11h 10′, P = 76° 0′. Hell und rund, allmählig heller gegen die Mitte mit einem runden Kern.

AR = 11h 43′, P = 44° 56′, ein sehr schöner, kugelförmiger, scharf begränzter Nebel mit einem runden Kern. Der Durchmesser des Ganzen beträgt drei Minuten.

AR = 17h 9′, P = 108° 20′. Rund, allmählig heller gegen die Mitte, 4 Minuten Durchmesser.

AR = 18h 4′, P = 83° 11′. Schöne, runde, scharf begränzte helle Scheibe über acht Minuten im Durchmesser. Schon im Zwielichte sichtbar.

AR = 22h 29′, P = 56° 29′, hell, elliptisch, 90 Sec. lang, 30 Sec. breit; plötzlich heller gegen die Mitte. Hart

an ihm ein anderer schwacher Nebel von 16 Sec. Durchmesser.

§. 246. (Doppelnebel.) Wie oben bei den Fixsternen, so sehen wir auch hier bei den Nebeln häufig zwei derselben so nahe stehen, daß wir an ihrem Zusammengehören, an ihrer innigen Verbindung nicht wohl zweifeln können. In der That kommen diese Doppelnebel zu oft vor, als daß ihre scheinbare Duplicität bloß optisch seyn sollte. Auch sieht man sie öfter durch Nebelbänder mit einander unmittelbar verbunden, während einige an ihren nächsten Gränzen in einander fließen, oder während der eine derselben an seinem Rande eine Vertiefung, eine Bucht zeigt, in welche die gegenüberstehende Hervorragung des andern der Größe und Form nach genau zu passen scheint u. s. w. Solche Nebel sind in

AR = 7^h 15′, P = 60° 11′; die Kerne der beiden sich berührenden Nebel sind so hell, daß sie beinahe sternartig glänzen.

AR = 9^h 22′, P = 67° 45′. Die beiden Nebel bilden ein elliptisches Ganze, dessen große Axe 3 Min. lang ist.

AR = 11^h 53′, P = 107° 55′, zwei in einander fließende Nebel, die beide gegen ihre Mitte viel heller sind.

AR = 12^h 17′, P = 55° 32′, nahe wie der Vorhergehende, nur größer. Das Ganze der beiden Nebel ist 10 Min. lang und 3 Min. breit.

AR = 12^h 28′, P = 77° 52′. Ein sehr schöner Doppelnebel; beide sind hell, rund und gegen die Mitte lichter. Ihre Durchmesser sind 45 und 60 Sec.

AR = 15^h 0′, P = 69° 58′. Beide Nebel sind elliptisch und gränzen beinahe an einander.

§. 247. (Planetarische Nebel.) Diese sonderbaren Himmelskörper erscheinen uns, ganz so wie die Planeten, als kreisrunde, nur selten etwas ovale, scharf begränzte Scheiben von mehreren Secunden im Durchmesser, die durchaus dasselbe, gleich starke Licht haben, ohne gegen ihren Mittelpunkt, wie die vorhergehenden, an Helle zuzunehmen. Zuweilen jedoch ist auch ihr Umkreis noch mit einem concentrischen nebeligen Rande, gleich einer ringförmigen

Atmosphäre, umgeben. Die Oberfläche dieser Körper ist mit einem leichtschuppigen oder flockigen Lichte überzogen, wodurch aber das Charakteristische ihres Anblicks, die Gleichförmigkeit der Beleuchtung aller ihrer Theile, nicht wesentlich gestört wird. Die Natur und Bestimmung dieser Wesen scheint sehr räthselhaft zu seyn. Sind sie, wie man kaum zweifeln kann, selbstleuchtende Körper, so muß der Glanz ihres Lichts weit unter dem unserer Sonne stehen. Eine Kreisfläche unserer Sonnenscheibe von zwanzig Secunden im Durchmesser würde schon ein Licht geben, gleich dem von hundert vereinigten Vollmonden, während doch jene Nebel mit freien Augen noch nicht einmal bemerkt werden können, und während ein Körper von dieser Ausdehnung, wenn er auch nur eben so weit als der nächste Fixstern von uns entfernt wäre, die Bahn des Uranus an Größe übertreffen müßte. Vielleicht ist ihr Licht von einer ganz andern Art, etwa bloß phosphorescirend oder nur der äußersten Oberfläche dieser Körper angehörend; vielleicht ziehen sie, eben durch ihre ungeheure Masse, ihr eigenes Licht mit einer solchen Kraft an sich, daß dasselbe nicht mehr ungehindert ausströmen kann; vielleicht bestehen sie selbst nur aus hohlen, durchsichtigen, mit Gasarten gefüllten Kugelschaalen und was dergleichen Vermuthungen mehr seyn mögen, die wir besser der Phantasie der Leser überlassen wollen. Häufig sieht man sie von kleinen, ihnen sehr nahe stehenden Fixsternen umgeben, die vielleicht die Satelliten dieser außerordentlichen Weltkörper sind. Künftige Beobachtungen werden uns diese wunderbaren Wesen näher kennen lehren.

AR = 5^h 33′, P = 81° 0′. Ein planetarischer, etwas elliptischer Nebel, am Rande etwas unbestimmt.

AR = 7^h 34′, P = 104° 20′, ein runder plan. Nebel von 50 Sec. Durchmesser, von schwachem, aber durchaus gleichförmigem Lichte, mit einem feinen Sternchen in der Mitte.

AR = 12^h 44′, P = 16° 12′. Rund, schwach beleuchtet, 30 Sec. im Durchmesser, mit einer regelmäßigen, schwachen Atmosphäre von 10 Sec. Höhe.

AR = 14^h 59′, P = 70° 54′. Ein runder plan. Nebel von ungewöhnlicher Größe; sein Diameter beträgt volle sechs

Minuten. Er ist mit einem concentrischen, gut begränzten Nebel umgeben. Das ganze Bild scheint im schwachen, sternartigen Lichte zu scintilliren.

AR = 18h 4′, P = 83° 11′. Schöne, runde, scharf begränzte, hell glänzende Scheibe über 8 Minuten im Durchmesser; das Licht ist weiß und durchaus gleich stark und schwach sternartig.

AR = 19h 34′, P = 104° 33′. Trüblichte, runde Scheibe von 10 Sec. Durchmesser. Das gleichförmige Licht derselben ist nicht sternig und von sonderbarem Ansehen. Sehr nahe bei diesem Stern stehen zwei Sternchen.

AR = 20h 9′, P = 59° 58′. Einer der größten planetarischen Nebel von 15 Min. Diameter; vollkommen rund und gleichförmig beleuchtet. Da er in der Mitte etwas dunkler scheint, so ist er vielleicht ein ringförmiger Körper.

AR = 20h 15′, P = 70° 26′. Schön, hell, vollkommen rund, durchaus gleichförmig beleuchtet. Durchmesser von zwei Secunden. Vier kleine Sterne umgeben ihn, wie Satelliten.

AR = 20h 55′, P = 102° 2′. Vollkommen runde, gleich lichte Scheibe, Durchmesser fünf Minuten.

AR = 23h 18′, P = 48° 24′. Ein planetarischer, ganz runder Nebel von 12 Sec. Diameter. Sein Licht erscheint nicht sowohl nebelartig, sondern wie ein Stern außer dem Brennpunkte des Fernrohrs. Die Farbe des Lichtes ist weißblau und in der Nähe des Nebels befindet sich ein Doppelstern.

§. 248. (Sternnebel.) Unter dieser Benennung versteht man eigentliche, hell glänzende Fixsterne, die aber mit kreis- oder kugelförmigen Nebeln umgeben sind. Sie sind vielleicht in ihrer Bildung weiter vorgerückte, runde Kernnebel, in welchen sich der früher noch matte und weit verbreitete Lichtkern zu einem hellen Lichtpunkte, zu einem eigentlichen Fixstern gebildet hat.

AR = 0h 4′, P = 18° 25′. Ein Stern der X. Größe mit einer runden, gut begränzten Atmosphäre von 20 Sec. Durchmesser umgeben.

AR = 5^h 49′, P = 59° 40′. Ein Stern der IX. Größe mit einem schwachen kreisförmigen Nebel von 75 Sec. Durchmesser umgeben. Mehrere sehr nahe liegende Sterne sind ganz nebelfrei.

AR = 5^h 28′, P = 91° 19′. Ein schöner Fixstern in einem sehr großen Nebel von 24 Min. Durchmesser eingehüllt. In der Nähe von ε Orionis.

AR = 6^h 23′, P = 79° 44′. Ein Stern der XI. Größe, von einem runden, milchigen Nebel, dessen Rand verwaschen, umgeben. Das Licht des Sterns selbst ist trüb.

AR = 7^h 19′, P = 68° 45′. Ein Stern der VIII. Größe genau in der Mitte eines runden, lichten Nebels von 25 Sec. Durchmesser. Man sehe Figur (4).

AR = 10^h 16′, P = 71° 59′. Ein Stern der IX. Größe in einem elliptischen Nebel. Der Stern ist nicht in dem Mittelpunkte des Nebels.

AR = 12^h 16′, P = 84° 7′. Ein Stern der IX. Größe mit einer hellen, runden Atmosphäre umgeben. Schon im Zwielichte sichtbar.

AR = 12^h 29′, P = 75° 17′. Ein heller Stern der IX. Größe mit mehreren kleineren, alle in einen feinen Nebel eingehüllt.

AR = 12^h 42′, P = 63° 34′. Ein Stern oder doch ein sehr kleiner und hell glänzender Kern in einer großen ovalen Atmosphäre. (M. s. Fig. 1.)

AR = 19^h 40′, P = 39° 54′. Ein Stern der XI. Größe in einer runden, lichten Atmosphäre von 4 Sec. Durchmesser.

AR = 23^h 13′, P = 29° 45′. Ein Stern der IX. Größe mit einem runden, lichtschwachen Nebel umgeben.

Mehrere von den hieher gehörenden, meist runden oder elliptischen Nebeln erscheinen auch als Hüllen von doppelten und selbst mehrfachen Sternen. Dergleichen sind

AR = 1^h 8′, P = 32° 34′. Ein Doppelstern; der größere X. Größe; die Distanz beider 12 Sec. Er steht in der Mitte eines großen, runden Nebels.

AR = 1^h 43′, P = 50° 7′. Ein feiner Doppelstern mit einer runden Atmosphäre von 20 Sec. Durchmesser.

AR = 5^h 20′, P = 55° 53′. Ein dreieckiger Nebel, der in seiner Mitte einen dreifachen Stern (Tripelstern) umschließt. Die drei Sterne sind der XI., XII. und XIV. Größe, und die drei Seiten des Dreiecks betragen jede nahe 4 Sec.

AR = 6^h 56′, P = 101° 4′. Ein Doppelstern in der Mitte eines runden Nebels.

AR = 12^h 48′, P = 67° 23′. Ein Doppelstern von einem hellen, runden, großen Nebel von 6 Min. Durchmesser umschlossen. Neben dem Stern ist eine schwarze Stelle, vielleicht eine Oeffnung im Nebel.

AR = 21^h 39′, P = 24° 41′. Ein Tripelstern in der Mitte eines schwachen, schlecht begränzten Nebels.

Oefter sieht man auch vier, fünf und mehrere zerstreute Sterne sämmtlich in einem Nebel eingehüllt, wie Fig. 7 und selbst, schon eigentliche Sterngruppen von einem kugelförmigen Nebel umschlossen, wie Fig. 8. Oft zieht dieser Nebel wie ein schmales, langes Band über mehrere Sterne hin und verbindet sie zu einem gemeinschaftlichen Ganzen. Zuweilen stehen zwei helle Sterne an den beiden Scheiteln oder auch nahe bei den beiden Brennpunkten eines elliptisch Nebels, wie in Fig. 5 und 6. In den meisten Fällen zeigt schon der bloße Anblick dieser sonderbaren Gebilde, daß Nebel und Sterne zusammen gehören und gleichsam ein abgeschlossenes System für sich bilden. Wo diese Sterne in der Mitte eines kreisförmigen Nebels liegen, wie in den meisten vorhergehenden, kann diese innigere Verbindung beider Gegenstände nicht mehr bezweifelt werden. Aber auch dann, wenn die Sterne von den Nebeln abgesondert stehen, ist doch ihre Stellung oft so auffallend, daß sie nicht ohne die größte Unwahrscheinlichkeit dem bloßen Zufalle oder einer optischen Täuschung zugeschrieben werden kann, wie wir sogleich näher sehen werden.

§. 249. (Sterne mit Nebelstrahlen.) Bei diesen Himmelskörpern steht der Fixstern meistens sehr nahe an der einen Gränze

des Nebels, welcher letzte oft die verschiedensten Gestalten annimmt, wie folgende Beispiele zeigen:

AR = 1^h 40′, P = 84° 56′. Ein Fixstern IX. Größe an dem äußersten Ende eines sehr feinen, geradlinigen, schmalen Nebelstreifens.

AR = 6^h 30′, P = 81° 7′. Ein Stern XII. Größe mit einem lichten Nebelschweif von 60 Sec. Länge, dem eines Kometen ähnlich. (M. s. Fig. 2.)

AR = 8^h 26′, P = 105° 34′. Ein Stern der XIV. Größe mit einem Nebelpinsel von 15 Sec. Länge.

AR = 8^h 47′, P = 35° 35′. Ein Stern XI. Größe mit einem lichten Nebelanhang. In dem Nebel selbst ist noch ein feines Sternchen sichtbar.

AR = 10^h 54′, P = 70° 57′. Ein Stern IX. Größe mit einem schwachen Nebelstreifen von 30 Sec. Länge.

AR = 11^h 11′, P = 75° 28′. Ein sehr langer, schmaler Nebelstreifen, 15 Min. lang, 1 Min. breit. In der Mitte heller mit einem feinen Stern. Man sehe Fig. 3.

AR = 12^h 7′, P = 75° 54′. Ein sehr heller elliptischer Nebel; in seinem lichten Kern ist ein kleiner Fixstern. Aus dem Kern fließt ein Lichtstrahl von 7 Min. Länge.

AR = 12^h 28′, P = 63° 4′. Ein sehr langer Streifen mit einem schwachen Kern, in dessen Mitte ein Stern der XI. Größe. Länge 15 Min., Breite $^1/_2$ Min.

AR = 12^h 36′, P = 56° 31′. Ein sehr langer, elliptischer oder spindelförmiger Streifen mit einem schwachen Kern, in dessen Mitte ein helles Sternchen. Der Streifen ist 15 Min. lang und an dem einen Ende gekrümmt.

AR = 12^h 52′, P = 86° 35′. Ein Stern der X. Größe, an welchem das Ende eines kleinen ovalen Nebels hängt.

AR = 12^h 36′, P = 56° 54′. Zwei lange Nebelstreifen, die sich an ihren Enden beinahe senkrecht schneiden.

AR = 12^h 51′, P = 54° 13′. Ein schwacher, kleiner elliptischer Nebelstrahl, der zwei Sterne der X. Größe an seinen Endpunkten verbindet. (M. s. Fig. 6.)

§. 250. (Ringförmige Nebel.) Diese sonderbaren Gebilde

gehören vielleicht zu den wunderbarsten Gegenständen des Himmels, aber keineswegs zu den seltensten. In unserm Planetensystem erblicken wir sie nur ein Beispiel, bei Saturn; denn die Muthmaßung des doppelten Rings, den der ältere Herschel bei Uranus gefunden hatte, ist zu ungewiß und von seinen Nachfolgern gänzlich unbestätiget geblieben. In der Sternenwelt aber sind bereits mehrere solcher Ringe aufgefunden worden, an deren Existenz nicht weiter gezweifelt werden kann.

AR = 2^h 12′, P = 48° 26′ ist ein sehr feiner, stark elliptischer Nebelstrahl von 4 Min. Länge und 40 Sec. Breite. In der Mitte desselben bemerkt man eine längliche dunkle Stelle und in derselben zwei kleine Sterne. Wahrscheinlich ist diese Stelle eine Oeffnung des Ringes, dessen Ebene sehr schief gegen die Sonne liegt, daher er mehr unter der Gestalt eines elliptischen Streifens erscheint.

AR = 13^h 22′, P = 41° 55′; ein sehr merkwürdiger Gegenstand. Ein runder lichter Kern ist in einiger Entfernung von seinem Rande mit einem concentrischen Nebelringe umgeben. Die Ebene dieses Ringes scheint um einen seiner Durchmesser umgebogen, so daß die beiden Ebenen einen Winkel von nahe 45 Graden unter einander bilden.

AR = 18^h 47′, P = 57° 11′; der schöne Ringnebel im Sternbilde der Leyer. Der äußere Durchmesser des Ringes beträgt $6^1/_2$ Secunden. Die innere Oeffnung desselben ist nicht ganz dunkel, wie der äußere Hintergrund des Himmels, sondern selbst wieder von einem andern, schwächeren Nebel erfüllt. Das Ganze hat das Ansehen eines über einen Reifen gespannten Schleyers. Er ist zwischen den großen Sternen β und γ der Leyer.

Hieher gehören wohl auch jene Nebel, die in ihrem Innern dunkle Stellen haben, welche Stellen wahrscheinlich Oeffnungen des Nebels sind, durch welche man den Himmel sehen kann.

AR = 12^h 31′, P = 100° 40′. Ein heller, elliptisch gebauter Nebel, 5 Min. lang, $^1/_2$ Min. breit. Der lichtere Kern

scheint von dem eigentlichen Nebel gesondert zu liegen, da er von ihm durch eine dunkle Kluft getrennt ist. Ueber das ganze sonderbare Gebilde ist ein elliptisch geformter Nebel feinerer Art verbreitet.

AR = 12^h 48′, P = 67° 23′. Ein heller, wenig elliptischer Nebel von 6 Min. Länge, 5 Min. Breite. Der lichte Kern enthält einen Doppelstern und neben dem Kern ist eine schwarze Höhle, eine dunkle Oeffnung im Nebel.

AR = 17^h 52′, P = 113° 1′. Ein gabelförmig dreigespaltener Nebel mit einem Doppelstern in seiner Hauptstelle, neben welchem eine dunkle, unregelmäßige Oeffnung.

Hieher gehört auch der merkwürdige große Nebel im Orion (AR = 5^h 27′, P = 95° 30′), von welchem wir sogleich besonders sprechen werden.

Nachdem wir auf diese Weise die verschiedenen Gattungen der Nebelmassen des Himmels nach ihren Gestalten im Allgemeinen betrachtet haben, ist uns noch übrig, einige andere besonders merkwürdige einzeln anzuführen, da sie sich nicht wohl unter eine der vorhergehenden Klassen bringen lassen und auch wegen ihrer besondern Wichtigkeit eine eigene Betrachtung verdienen.

§. 251. (Die Gruppe im Haupthaar der Berenice.) Dieses Sternbild enthält sehr viele Sterngruppen und Nebel, aber der merkwürdigste unter ihnen ist wohl der in AR = 13^h 4′, P = 70° 56′. Diese Gruppe ist vollkommen rund, hat 5 Min. Durchmesser, und enthält eine unzählige Menge von sehr dicht gedrängten Sternen der XII bis XX. Größe. Sie ist einer der schönsten Gegenstände des gestirnten Himmels. Hier mag sie noch als Beispiel dienen, wie verschieden die Beschreibungen eines und desselben Gegenstandes sind, wenn er mit schwachen oder mit sehr lichtstarken Fernröhren beobachtet worden. Messiers, der die Gruppe mit einem sonst schon guten Fernrohre von $3^1/_2$ Zoll Oeffnung betrachtete, sagt von ihr, daß sie ein sternleerer Nebelfleck sey, Nebuleuse sans étoiles, der ihm rund und ziemlich hell erscheine. Der ältere Herschel aber, der diese Gruppe mit seinem zwanzigfüßigen Telescope beobachtete, setzt ihr in seinem Tagebuche folgende Note bei: „Eine Gruppe von äußerst dicht gedrängten Sternen

„und einer der prachtvollsten Gegenstände, die ich je am Himmel „gesehen habe. Ich sehe sie unter der Gestalt einer gediegenen „Kugel, zusammengesetzt aus sehr kleinen, beinahe an einander „liegenden Sternen, deren Glanz in einander fließt und sich wie „ein Lichtmeer über das Ganze ergießt.“ Der jüngere Herschel machte zwanzig Jahre später zu seiner Beobachtung dieser Gruppe die Bemerkung: „Ein ungemein schöner Gegenstand, die Sterne „in ihm sind sehr klein von der XII bis XX. Größe und stehen „sehr nahe an einander. Das Ganze ist mehr unregelmäßig rund, „als kugelartig und der Rand desselben ist mit auslaufenden An„sätzen versehen, die wie Füße und Scheeren eines Krebses von „dem Hauptkörper austreten. Die Sterne in dieser Gruppe sind „in der That unzählbar.“ — Welche Beschreibungen dieser Himmelskörper werden unsere Nachkommen zu erwarten haben, wenn einmal ihre Fernröhre einen noch höhern Grad der Vervollkommnung erreicht haben werden.

§. 252. (Zwitternebel.) Man wird schon bei der vorhergehenden Aufzählung der einzelnen Klassen von Nebeln bemerkt haben, daß einige von ihnen auf der Gränze von zwei benachbarten Gattungen stehen. In der That ist bei einer so großen Verschiedenheit der Formen eine genaue Sonderung derselben, beinahe unmöglich. Einen recht auffallenden Beweis dazu gibt der Nebel, AR $= 6^h\ 32'$, P $= 79^\circ\ 58'$ im Kopfe des Einhorns oder unter den Füßen der Zwillinge. Dieser Gegenstand stellt sich dem Auge auf den ersten Blick als einen Nebelstern dar; ein heller Stern der V. Größe in einen runden Nebel eingehüllt. Allein ein besseres Fernrohr und eine aufmerksamere Betrachtung des Gegenstandes zeigt noch 15 andere kleine und eine Anzahl noch viel feinerer Sterne, die alle von jenem Nebel umschlossen werden. Einer jener 15 Sterne ist zugleich ein Doppelstern. Dieser Himmelskörper ist also zugleich ein Nebel, ein Nebelstern, eine Sterngruppe und ein Doppelstern.

Ein anderer nicht minder räthselhafter Gegenstand ist in AR $= 20^h\ 50'$, P $= 60^\circ\ 26'$, ein Nebel von nahe 30 Min. Länge und 2 Min. Breite; einzelne Stellen des Nebels sind dicht mit sehr kleinen Sternen besäet, der Nebel hängt offenbar mit

diesen Sternen zusammen und sieht doch durchaus nicht sternig aus. Das Ganze gleicht einem feinen Netze von Sternen, über das ein dünner Schleyer gezogen ist.

Eine der merkwürdigsten Nebelgestalten ist die in AR = 19^h 52′, P = 67° 43′. Wenn man in einer Ellipse, deren große und kleine Axe sich nahe wie 4 zu 3 verhalten, aus den beiden Endpunkten der großen Axe als aus Mittelpunkten Kreise zieht, deren Durchmesser gleich drei Viertheilen der großen Axe sind, so werden die Bogen dieser Kreise um den Mittelpunkt der Ellipse einen Theil derselben begränzen, der in jenem Himmelskörper mit einem sehr hellen und durchaus gleichförmigen Nebel ausgefüllt ist, während die beiden übrigen äußeren Theile der Ellipse mit einem schwachen, matt dämmernden Nebel angefüllt sind. Das Ganze hat die Gestalt dieser Ellipse, durch deren Mitte jener lichte Nebel in der Form eines)(zieht. Beide Nebel sind, so wie das ganze Bild, zu beiden Seiten des Mittelpunktes der Ellipse sehr symmetrisch gebaut.

§. 253. (Nebel in der Andromeda.) Dieser große und merkwürdige Nebel ist in AR = 0^h 33′, P = 49° 40′. Er wurde zuerst von Simon Marius i. J. 1612 bemerkt und hat die Gestalt einer Raute, deren größte Diagonale 30 Min. und deren kleinste 15 Min. beträgt. Marius vergleicht, nicht unangemessen, sein Licht mit dem einer Kerze, das durch ein dünnes Hornblatt scheint. Dieses Licht nimmt gegen den Mittelpunkt zu, anfangs langsam, dann schnell, doch ist es auch im Mittelpunkte selbst noch nicht sternig, sondern offenbar ein nur stärker condensirtes Nebellicht, das die Vermuthung, daß das Ganze nur aus sehr entfernten Sternen bestehe, sehr unwahrscheinlich macht. Dieser Nebel ist vollkommen milchig, gänzlich unauflösbar und ohne alle Spuren von Schuppen oder Flocken. Man kann ihn schon mit unbewaffneten Augen bemerken. M. s. Fig. am Ende dieses Theils.

§. 254. (Der große Nebel im Orion.) Dieser merkwürdigste aller Nebel ist in AR = 5^h 27′, P = 95° 30′ bei Θ Orion, vier Grade unter dem mittleren der drei in einer geraden Linie liegenden Sterne δ, ε und ζ, die unter dem Namen des Jakobsstabes bekannt sind. Er wurde zuerst von Huygens i. J. 1659

beschrieben und abgebildet. Spätere Beschreibungen und Zeichnungen desselben Gegenstandes haben wir von Derham, Godin, Mairan, Picard, Legentil und Messiers. In den neuern Zeiten hat sich Schröter und zuletzt der jüngere Herschel vorzugsweise damit beschäftiget, und der Letztere hat in den Mem. of the astron. Society eine Zeichnung dieses Nebels gegeben, die alle andern an Genauigkeit und Schönheit der Ausführung weit hinter sich zurückläßt. Man sieht davon eine verkleinerte Abbildung in Fig. am Ende dieses Theils.

Dieser Nebel ist durch die Schönheit seines Anblicks, durch die Eigenthümlichkeit seiner Gestalt, durch die sonderbare Abwechslung des auf ihm vertheilten Lichtes, durch seine große Ausbreitung und durch das Unerklärbare seines ganzen Wesens vor allen anderen ausgezeichnet. Legentil vergleicht seine Gestalt nicht unangemessen mit der des geöffneten Rachens eines Thiers. Ein Theil dieses Nebels ist ungemein hell, ein anderer sehr blaß und matt, und wieder ein anderer ganz dunkel bis zur völligen Schwärze. Der hellste Theil scheint nicht sowohl in einem stetigen Lichte zu glänzen, als vielmehr in beweglichen Flammen zu lodern. Die dunklen Stellen sind von den hellen, ohne Abstufung des Lichtes, scharf getrennt. Die in diesem Nebel, selbst in den helleren Theilen desselben stehenden Fixsterne zeichnen sich alle durch einen besonders lebhaften Glanz aus und ihre Stellung scheint eine besondere Beziehung auf den Nebel selbst zu haben. Im Gegentheile findet man zur Seite dieses Nebels nach allen Seiten eine Menge größerer und kleinerer Sterne, die sämmtlich nur in einem düstern Lichte schimmern und mit eigenen Nebelatmosphären umgeben sind, wie denn überhaupt diese ganze Gegend des Himmels an Nebeln ungemein reich ist.

Um einige der vorzüglichsten Theile dieses großen Nebels näher anzugeben, bemerken wir zuerst das sogenannte Trapez, ein fast regelmäßiges Viereck, von vier Sternen gebildet, von welchen der eine, Θ Orion, der IV., und die drei anderen der VI., VII. und VIII. Größe sind. Dieser vierfache Stern ist von einem sehr hellen Nebel umgeben, der aber nicht bis zu diesen Sternen selbst vordringt, sondern sich vielmehr von ihnen nach

allen Seiten zurückgezogen zu haben scheint, so daß dieses Trapez selbst, in seinen nächsten Gränzen, mit Dunkel eingeschlossen ist, auf welche dann erst jene helle Umgebung folgt. Es scheint, als ob der Nebel durch die Attraction oder Absorbtion der Sterne zu diesem letzteren übergegangen wäre. Eine ähnliche Erscheinung gab uns auch der bereits oben erwähnte Nebel im Schützen (AR = 17h 52′, P = 113° 1′), der in drei Theile gespalten ist, deren Trennungslinien einen leeren Raum einschließen, in dessen Mitte ein Doppelstern steht.

In diesem Trapez hat man vor einigen Jahren einen kleinen, feinen Stern entdeckt, der jetzt in starken Fernröhren sehr gut zu sehen ist, während er früher gewiß unsichtbar war, da kein Astronom desselben erwähnte, obschon ohne Zweifel alle dieses Trapez wiederholt und mit Aufmerksamkeit betrachtet hatten. Ist dieser Stern an jenem Orte neu entstanden oder ist er seitdem an Licht gewachsen?

Die Huygenische Region dieses Nebels liegt südwestlich vom Trapez; eine helle Stelle in der Form eines rechtwinkligen Dreiecks. Die Erleuchtung dieser Stelle ist nicht gleichförmig, sondern schuppen- oder flockenartig, nahe wie die Oberfläche der Sonne in guten Fernröhren erscheint, nur ist in dem Nebel die Körnung gröber, und die Flocken sind nicht rund, sondern länglich und büschelartig. Ein geübtes Auge bemerkt bald, daß dieses Licht nicht von vereinten, sehr weit entfernten Sternen kommen kann, aber man wird auf die Vermuthung geleitet, als ob der Nebel hier aufgebrochen und in mehrere Theile getrennt sey.

Die schwachneblige Region steht an der Südgränze der vorigen; eine Stelle, ganz mit schwachem Nebel bedeckt, der sich stufenweise in Dunkel verliert. Nahe bei sind drei Sternchen, die nach den früheren Beschreibungen ehedem noch ganz innerhalb dieses Nebels lagen, so daß es scheint, als habe der letzte sich auch von diesen Sternen zurückgezogen.

Legentils Bucht, eine ganz finstere krumme Einbeugung die in den frühern Zeichnungen eine andere Gestalt hatte, als jetzt.

Messiers Arm, ein weitauslaufender Nebelast, der sich

gegen Südost erstreckt. Ein zweiter Arm liegt nördlicher und geht gerade nach Osten.

Mairans Nebel, ein abgesonderter Nebel neben dem Großen. Er liegt nördlich von den beiden Armen Messiers.

Picards Region liegt nördlich vom Trapez und gränzt an dieses und an die große Bucht, zeichnet sich durch die sonderbaren Fasern und durch einen kleinen, nahe stehenden, isolirten Nebel aus, der sich in einen Stern zusammen zu ziehen scheint.

Derhams Region, westlich vom Trapez. Von dem Trapez gehen Strahlen gleich Kometenschweifen aus, die sich allmählig in die zarte Nebelgegend verlieren, welche, noch weiter westlich, Fouchy's Region ausfüllt. In dieser letzten verwäscht sich der Nebel allmählig bis zur völligen Dunkelheit.

In der beigegebenen Zeichnung, diese als das Bild eines geöffneten Thierrachens betrachtet, und den nördlichen Theil des Nebels als den unteren angesehen, steht das Trapez dicht an dem durch die große Bucht gebildeten Rachen; die Huygenische Region bildet die Stirn und den Hinterkopf; der letztere ist durch den Einschnitt, Legentils Bucht, ausgezeichnet. Als untere Kinnlade des Rachens erscheint die Region Picards und gerade hinter dem Rachen liegt Derhams Region. Oberhalb des Rachens erstreckt sich der Schnabel des Thiers in zwei lange Rüssel weit nach Osten vorwärts. Der obere oder größere Rüssel ist stärker gekrümmt. Unterhalb des Schnabels endlich, in ziemlicher Entfernung von ihm, liegt Mairans Nebel.

In dem dunkelsten Theile dieses Nebels sah Schröter öfter ein feines Sternchen schimmern, und ein andermal bemerkte er in ihm einen früher und später nicht mehr sichtbaren, pyramidalischen Lichtnebel. Im Jahre 1800 sah derselbe Beobachter eine große, helle Lichtkugel auf einer Stelle, wo er früher nichts dieser Art gesehen hatte, aber schon nach wenigen Tagen war auch diese Kugel wieder verschwunden. Wenn diese Beobachtungen, dergleichen wir von Herschel keine erwähnt finden, gegründet sind, welche Veränderungen müssen in diesen Himmelskörpern vor sich gehen, daß sie uns, in einer so großen Entfernung, noch so bedeutend erscheinen!

§. 255. (Magellans Flecken oder Kohlensäcke.) Auch in der südlichen Hemisphäre des Himmels gibt es mehrere sehr merkwürdige Gegenstände dieser Art, die aber bisher noch weniger bekannt sind, da es in den Gegenden jenseits des Aequators unserer Erde bisher noch zu sehr an Beobachtern fehlte. Lacaille im vorigen und Dunlop im gegenwärtigen Jahrhunderte haben uns bereits mehrere derselben mitgetheilt, aber eine noch weit reichere Ernte wird ohne Zweifel der jüngere Herschel zurückbringen, der erst in dem Jahre 1834 eine Reise nach dem Cap der guten Hoffnung gemacht hat, um dort durch längere Zeit mit seinen vortrefflichen Instrumenten den südlichen Himmel zu untersuchen.

Hier erwähnen wir nur der sogenannten Magellansflecken, die auch die Kap-Wolken oder die schwarzen Wolken und von den brittischen Seeleuten die Kohlensäcke genannt werden. Sie haben ihre Benennung von der dunklen Farbe, die wahrscheinlich von der gänzlichen Sternleerheit dieser Gegenden kömmt. Sie sind sehr auffallend und ihre Oberfläche nimmt mehrere Quadratgrade ein. Ihrer sind zwei. Die große schwarze Wolke geht von AR = 12^h 21′ bis 13^h 5′ und von P = 151° bis 154° und liegt an der Ostseite des südlichen Kreuzes. Die kleine schwarze Wolke ist in AR = 10^h 40′ und P = 152° nahe bei der Karlseiche. Beide dunkle Flecken stehen mitten in einem sehr hellen Theile der Milchstraße.

Mit diesen schwarzen Wolken dürfen nicht verwechselt werden die beiden südlichen Wolken (nubecula major et minor), die beide helle, ausgebreitete Nebel sind und weit von der Milchstraße abstehen. Die große südliche Wolke geht von AR = 5^h 7′ bis 6^h 0′ und von P = 159° bis 161° und liegt ganz nahe an dem Südpole der Ecliptik; die kleine südliche Wolke aber ist in AR = 1^h 50′ und P = 163° 10′. Diese beiden hellen Stellen des Himmels sind, so wie die meisten hellen Theile der Milchstraße, durch eine große Anzahl von telescopischen Sternen ausgezeichnet.

Unter den eigentlichen Nebelmassen des südlichen Himmels ist der merkwürdigste in AR = 10^h 36′, P = 148° 40′ bei dem

Stern η in der Karlseiche. Lacaille hat ihn entdeckt und erst in unseren Tagen hat Dunlop in den Phil. Transact. für 1827 eine Beschreibung und Zeichnung desselben gegeben. Von der letzten sieht man eine verkleinerte Darstellung in der Figur am Ende dieses Theiles.

§. 256. (Entstehung und Ausbildung dieser Himmelskörper.) Es wird uns wohl immer unmöglich seyn, die Entstehung und die Bestimmung dieser wundervollen Körper des Himmels zu ergründen. Aber man kann sich, schon bei dem ersten Anblicke derselben, der Vermuthung kaum entziehen, daß sie auf verschiedenen Stufen ihres Wachsthums und ihrer Ausbildung stehen. Und wie ein aufmerksamer Beobachter, wenn er einen Garten betritt, in welchem er Tausende von Pflanzen jeder Art und jeden Alters mit einem Blicke übersieht, wie er in diesen Abstufungen ihres Wachsthumes selbst die allmählige Entwicklung dieser Pflanzen erkennt, ohne eben jede einzelne derselben von ihrer Entstehung bis zu ihrem Untergange mühsam verfolgt zu haben, eben so werden auch wir, wenn wir den endlosen Garten des Himmels und die unzähligen Gewächse desselben in den verschiedenen Graden ihrer Entwickelung erblicken, aus eben diesen Mannigfaltigkeiten selbst uns ein Bild von dem allmähligen Wachsthume dieser Körper entwerfen können. Denn auch dieses Sternenheer ist doch wohl eben so wenig, wie jener Garten und wie alle Werke der Natur, urplötzlich in derselben Gestalt entstanden, in welcher wir es jetzt vor uns sehen. Diese Himmelskörper bedürfen vielleicht Millionen von Jahren, um sich zu einer bestimmten und geregelten Form auszubilden — aber sie sind demungeachtet nicht weniger Kinder der Zeit, und was in ihr entstanden ist muß auch ihr Gepräge tragen, muß der allmähligen Entwickelung, und selbst wenn diese vollendet und ihre Bestimmung erfüllt ist, dem Untergange unterworfen seyn.

Auf welche Weise diese Entwickelung vor sich geht, und durch welche Kraft sie bewirkt wird — wir wissen es nicht von den Körpern unserer Erde, die uns zunächst umgeben, wir wissen es von uns selbst nicht — wie sollten wir es von jenen so weit entfernten und uns in allen Beziehungen so fremden Körpern des Him-

mels ergründen wollen? Diese Kraft, durch welche die an sich todte, starre Masse belebt wird, sich selbst durch alle Stufen ihrer Verwandlungen fortbildet und auf ihre eigenen Elemente, die wir mit keinem Mikroscope mehr verfolgen können, so wie auf die entferntesten Körper einwirkt, die auch kein Telescop mehr erreicht, — diese Kraft, diese Seele der ganzen Natur wird uns ewig ein Geheimniß bleiben und unser Auge wird nie den dichten Schleier durchdringen, welchen die große Mutter aller Dinge vor die beiden äußersten, dunklen Kammern ihrer Werkstätte gezogen hat, in deren einer sie die Entstehung, und in der andern den Untergang, in einer die Geburt und in der andern den Tod aller ihrer Geschöpfe bereitet.

Uns genüge es, diese Stufenfolgen zwischen jenen beiden äußersten Endpunkten des Lebens aller Wesen, der Erde und des Himmels, mit unseren eigenen Augen gesehen und uns von dem unbestreitbaren Daseyn von Ereignissen, zu deren Evolutionen viele Jahrtausende, vielleicht Millionen von Jahren, nöthig waren, während der kurzen Zeit unseres eigenen Lebens überzeugt zu haben. Von jenem ersten, formlosen, weit verbreiteten Urnebel, von jenem altergrauen Chaos, aus dem die Himmelskörper hervorgehen, haben wir beinahe alle auf einander folgenden Metamorphosen derselben gesehen, bis zur letzten und höchsten Stufe, bis zu dem eigentlichen, abgerundeten, nebellosen, im reinsten Lichte strahlenden Sterne, bis zu jenen wundervollen Gruppen, wo Tausende von diesen vollendeten Sternen in einem verhältnißmäßig engen, abgeschlossenen Raume sich in ewig ungestörter Harmonie um einander bewegen. Wir haben gesehen, wie aus jenem chaotischen Urnebel durch Zerreißung, oder vielmehr durch Anziehung überwiegender Stellen desselben, gesonderte Theile entstehen, deren Gestalt zwar noch unbestimmt, deren Licht aber schon kräftiger erscheint. Wenn in diesen kleinen Nebeln, die man immer, ihrem Ursprunge gemäß, in ganzen, großen Lagern beisammen findet, die Condensation einzelner Punkte und die Anziehung der benachbarten Nebelmasse weiter fortgeschritten ist, finden wir diese isolirten Nebel schon kleiner, von ihren Nachbarn durch größere Zwischenräume getrennt

und gegen ihren Mittelpunkt an Helligkeit zunehmend. Hier hat sich die Lichtmasse des Ganzen bereits um eine Centralstelle angehäuft, aber diese Stelle selbst ist noch Nebel, ausgebreitet und an ihren Gränzen unbestimmt. Wieder andere, die vielleicht Millionen von Jahren in ihrer Bildung jenen anderen voraus geeilt sind, haben sich schon zu einer nahe kugelförmigen Gestalt abgerundet und ihr mehr verdichteter, daher kleinerer und hellerer Mittelpunkt nähert sich bereits dem eigentlichen Sternenlichte, aber dieser Kern ist mit einer dichten Atmosphäre umgeben, die bisher noch nicht von jenem Centralpunkte aufgenommen und absorbirt werden konnte. In jenem anderen sieht man zwei und selbst mehrere solcher vorherrschenden Stellen, welche sich das Gleichgewicht halten, welche die sie umgebende Nebelmasse unter sich theilen, oder auch einander selbst aufzehren werden. Hier sind zwei dieser im Kampfe begriffenen Streiter noch durch ein Nebelband mit einander verbunden, durch welches, wie durch einen Kanal, der Schwächere in den mächtigen Gegner hinüber zu fließen scheint; dort ist jener bereits vernichtet, aber dieser trägt noch die Spuren seines langen Kampfes und zieht den noch nicht völlig aufgezehrten Nebel in der Gestalt eines Schweifes, eines Fächers oder einer Spindel nach sich — und kurz, überall bemerken wir bei jenen Himmelskörpern, wie bei denen auf unserer Erde, das Princip der Anziehung und ihre beiden Folgen, die Verdichtung und Abrundung, diese beiden immer wiederkehrenden Erscheinungen der ganzen Natur, die vereinigende und die formgebende Kraft, die im Kleinen, wie im Großen, durch den ganzen endlosen Weltraum zu herrschen scheint. Wie durch Verdichtung aus der Regenwolke der Wassertropfen entsteht, und wie er, das Gleichgewicht seiner Theile herzustellen, sich abzurunden strebt, eben so und wahrscheinlich durch dieselbe Kraft getrieben, hat sich auch unsere Erde, eben so die Sonne mit ihren Planeten, und eben so auch jenes zahllose Heer von Sonnen gebildet und abgerundet: jene in einer Sekunde und diese in Millionen von Jahren. So entsteht der Thau, der auf dem Blumenblatte perlt, und eben so entstand unsere Milchstraße und alle die anderen unzähligen Milchstraßen, die nur als Nebelfleck oder Stern-

gruppen aus den Tiefen des Himmels zu uns herüberschimmern: aus bloßem Dunst, der sich verdichtet, wo es dann, wie bei uns Wassertropfen, dort Sonnen regnet.

Uebrigens liegen die meisten dieser wundervollen Gegenstände weit außer dem Bereiche unserer eigentlichen Beobachtungen, und der Phantasie ist noch ein unendliches Feld für ihre Spiele eröffnet. Vielleicht existirt eine Urmaterie, das alte Chaos, das nach allen Seiten in dem Weltraume ausgegossen ist, das sich in unübersehbaren Gefilden gleich einem Nebel lagert, sich stellenweise in Wolken sammelt und verdichtet, und gleich den letzten, wenn sie vom Winde getrieben werden, verschiedene phantastische Gestalten annimmt, oder sich bis zur Lichterzeugung condensirt, oder sich an Sterne hängt u. dgl. Vielleicht ist es dieser Stoff, aus dem die eigentlichen Gestirne sich entwickeln, wenn in der That die letzten, wie Herschel meint, nichts als verdichtete Lichtwolken sind. Vielleicht auch, daß dieser Urnebel bloß die Nahrung der eigentlichen Sonnen ist, aus dem sie Licht und Wärme ziehen. Dieß war wenigstens die Ansicht Newtons, die er seinem Freunde Conduit in einem vertraulichen Gespräche mitgetheilt hat. Der ehrwürdige Greis feierte eben seinen dreiundachtzigsten Geburtstag. Er hatte vor Kurzem eine heftige Krankheit überstanden und fühlte sich heute stärker und munterer, als lange Zeit vorher. Sein Freund befragte ihn über diese Gegenstände, bei denen er sonst nur ungern verweilte, weil sie der Rechnung nicht unterworfen werden können. Aber in dieser Stunde, wo er sich so wohl fühlte, schien ihm die Kraft der Jugend wieder zu kehren, da ihn doch vielleicht nur die Redseligkeit des Alters beschlich. Die Leser werden vielleicht nicht ungern hören, was ein Mann dieser Art von jenen Dingen dachte. Ich bemerke nur noch, daß Brewster in seinem Life of Newton uns erst kürzlich (London 1831) aus einem Manuscripte Conduits diese Nachricht mitgetheilt hat.

„Newton sagte mir darüber Folgendes, mehr gesprächsweise und in Antwort auf mehrere meiner Fragen, als in fortlaufender Rede: Es ist meine Muthmaßung, denn behaupten könnte ich es nicht, daß es eine Art von Revolution oder Umwälzung unter den himmlischen Körpern gebe. Vielleicht gehen von der Sonne

eigene Dünste aus, die sich mit anderen Materien verbinden und nach und nach in einen Körper sammeln, wodurch die untergeordneten Planeten oder die gegenwärtigen Satelliten entstehen. Auch diese, deren vielleicht eine große Zahl gewesen ist, sammeln sich später wieder zu einem Hauptplaneten oder zu einem Kometen. Diese letzten kommen, nach mancherlei Umläufen, der Sonne immer näher, verdichten dadurch ihre flüchtigen Theile und stürzen endlich in die Sonne, um ihr den Verlust wieder zu ersetzen, den sie durch den beständig von ihr ausgehenden Licht- und Wärme-Stoff erleidet. Es ist möglich, daß ein großer, auf diese Art mit der Sonne sich verbindender Komet die Hitze der Sonne so sehr vermehren könnte, daß diese unsere Erde verbrennen und daher kein lebendes Wesen mehr auf ihr getroffen würde. Es ist möglich, daß die wunderbaren neuen Sterne, die Hipparch, Tycho und Kepler an Stellen des Himmels, wo früher kein Stern sichtbar war, plötzlich aufflammen sahen, auf diese Weise in Brand gerathen sind, und daß es einst mit unserer Sonne eben so gehen werde. Ich glaube, daß es Wesen von viel höheren Geisteskräften, als die unseren, gebe, welche diese Revolutionen der himmlischen Körper unter der Lenkung des höchsten Wesens beaufsichtigen. Die gegenwärtigen Bewohner unserer Erde scheinen nur erst seit einer kurzen Zeit da zu seyn. Zum Beweise dieser Meinung führe ich nur an, daß alle Künste, die Schrift, die Schifffahrt, die Malerei, die Magnetnadel u. s. erst seit dem Gedenken unserer Menschengeschichte entdeckt worden sind, was nicht der Fall seyn könnte, wenn die Erde schon von jeher da gewesen wäre. Auch sieht man auf der Oberfläche derselben Zeichen von Zerstörungen, die nicht durch eine bloße Wasserfluth bewirkt werden konnten. Ueberhaupt sehe ich alle Planeten als aus derselben Materie bestehend an, wie unsere Erde, nämlich aus Erde, Wasser, Steinen, Metallen u. s. w., aber verschiedentlich vermengt. — Auf die Frage, warum er diese seine Muthmaßungen nicht bekannt gemacht habe, wie es Kepler und so viele Andere gethan haben, antwortete er: Ich setze keinen Werth auf bloße Muthmaßungen; auch habe er in seinen Werken darüber genug gesagt, um seine Meinung erkennen zu lassen."

Wie es aber auch mit diesen und mit allen anderen darüber

aufgestellten Meinungen beschaffen seyn mag, so viel scheint gewiß, daß das Prinzip der Anziehung und dessen Folge, der Verdichtung der Materie bei der Bildung jener himmlischen Wesen überall vorherrschend ist. In allen Nebeln, die einen eigentlichen Kern oder auch nur eine entfernte Annäherung zu einem solchen zeigen, nimmt das Licht, also auch wohl die Dichtigkeit gegen den Kern regelmäßig zu, so daß jede den Kern umgebende, concentrische Schichte auch ihre eigene Beleuchtung hat. Wo immer dieser Kern sehr hell erscheint, ist auch die ihn noch umgebende Atmosphäre sehr schwach. Ueberdieß erblickt man überall den Hang zu einer regelmäßigen, meistens kugelförmig abgerundeten Gestalt, und Helligkeit und Verdichtung scheint durchaus gleichen Schritt zu halten. Diese Verdichtungen der ursprünglich so weit ausgedehnten Nebelmassen scheinen in jenen Himmelskörpern ungewöhnlich groß zu seyn. Wenn ein Nebel, der früher zehn Minuten Durchmesser nach allen drei Dimensionen hatte, nach vielen Jahrtausenden sich bis zu einer Kugel von einer Minute verdichtet hat, so ist er dadurch tausendmale dichter, als zuvor, geworden, und dieß ist mehr, als das Verhältniß der Dichtigkeit des Wassers zu jener der Luft. Wenn aber derselbe Körper nur mehr unter dem Durchmesser von 15 Sek. erscheint, so hat seine Dichtigkeit 640000 mal zugenommen, und er, der in seinem ersten Zustande an losem Zusammenhange seiner Theile vielleicht mit unseren Luftarten noch in keinen Vergleich gebracht werden konnte, wird jetzt die härtesten Körper der Erde, die wir kennen, an Dichte weit übertreffen.

Aber genug, und vielleicht schon mehr als genug von diesen Gegenständen, von welchen wir — warum sollten wir es nicht gestehen? — eigentlich gar nichts wissen, da sie viel zu groß sind, um von uns begriffen zu werden. In der That, wie klein, wie nichtig erscheint uns alles, was wir bisher groß genannt haben, wenn wir es mit diesen ätherischen Wesen vergleichen, die den Weltenraum bewohnen. Wir selbst verschwinden gegen diese Erde; diese Erde verschwindet gegen das Sonnensystem und selbst dieses — was ist es gegen jenen unendlichen Wald von Himmelskörpern, vor dem so eben unser Blick vorüber geeilt ist.

Wir haben den Himmel und seine Wunder, und in ihnen den Abglanz der unendlichen Allmacht des Schöpfers in seinen Werken gesehen. Aber vermessen wir uns nicht, diese Werke auch schon nach ihrer ganzen Größe erkannt zu haben. Was wir sahen, so groß es auch erscheinen mag, ist doch vielleicht nur ein sehr kleiner Theil von dem, was noch keinem menschlichen Auge erreichbar war; ist nur der Vorhof des unendlichen Tempels der Natur, den noch kein Sterblicher, auch nicht mit den höchsten Mitteln der Kunst und Wissenschaft, durchdrungen hat, oder je durchdringen wird. Wer mag uns sagen, wie viele Welten noch jenseits von denen stehen, die wir, selbst durch unsere stärksten Telescope, nur mehr als schwache, dämmernde Wolken erblicken? Es ist möglich, es ist sogar wahrscheinlich, daß wir die größten Himmelskörper noch gar nicht kennen, weil sie, wegen ihrer ungeheuern Masse, das Licht nicht mehr von ihrer Oberfläche ausströmen lassen. Vielleicht braucht dieses Licht, seiner entsetzlichen Geschwindigkeit ungeachtet, Jahrtausende, um von anderen Gestirnen bis zu uns zu kommen; und vielleicht konnte es von vielen derselben seit der Zeit, die unsere Erde steht, noch nicht bis zu uns gelangen. Wer weiß es, ob auch nur zu Alexanders oder zu Moses Zeiten dort oben alles so gewesen ist, wie wir jetzt es sehen, oder ob, nach anderen Jahrtausenden, der ganze Himmel sich mit neuen Sonnen überziehen wird, die schon längst da sind, aber noch nicht Zeit genug gehabt haben, uns ihr Licht zuzuschicken, so wie vielleicht andere Systeme eben so lange schon erloschen und in ihr Nichts zurückgekehrt sind, obgleich wir sie noch immer am Himmel glänzen sehen, bis endlich auch der letzte Strahl, den sie ausgesendet haben, zu uns gelangt. So sehen wir, wohin wir unsere Blicke wenden, Himmelskörper ohne Zahl und selbst in jenen Fernen, wohin unsere Fernröhre nicht mehr dringen, selbst dort, wo alles Licht erlischt, wo auch das schärfste Auge nichts als Nacht erblicken würde — auch diese Räume sind höchst wahrscheinlich wieder von neuen Welten, von neuen Zeugen der Allmacht ihres Schöpfers erfüllt.

Bientôt à mes regards des cieux inconnus s'ouvrent,
Des régions sans fin devant moi se découvrent;

Carrière illimitée où, par les mêmes lois,
Mille Univers flottans se meuvent à la fois.
Je vois de tout cotés, dans ces plaines profondes
Autour d'autres soleils, graviter d'autres mondes,
Et lorsque, pour peupler les espaces deserts,
Je suis las, d'enfanter de nouveaux univers,
Le Vide encore s'étend et, dans son sein immense,
Par-delà l'Infini, l'Infini recommence.

LEBRUN.

Ende des zweiten Theils.

Fig. 1.

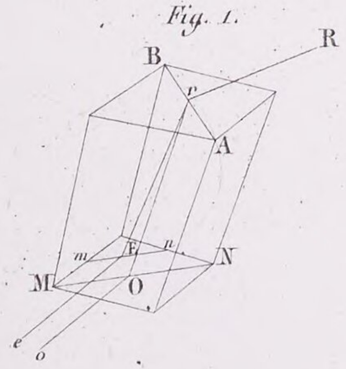


Fig. 2.

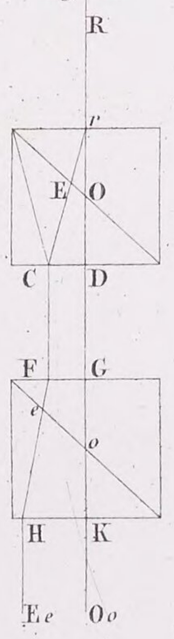


Fig. 3.

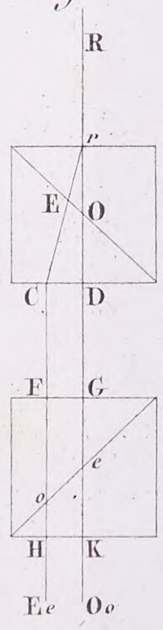


Fig. 4.

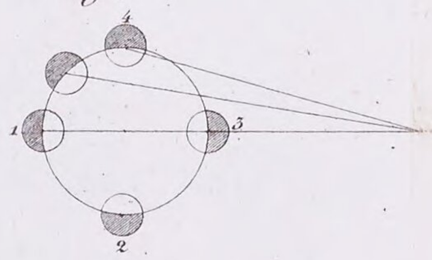


Fig. 5.

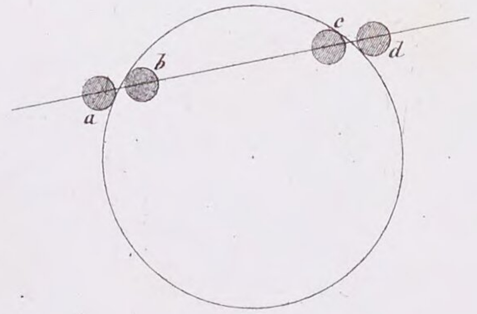


Fig. 6.

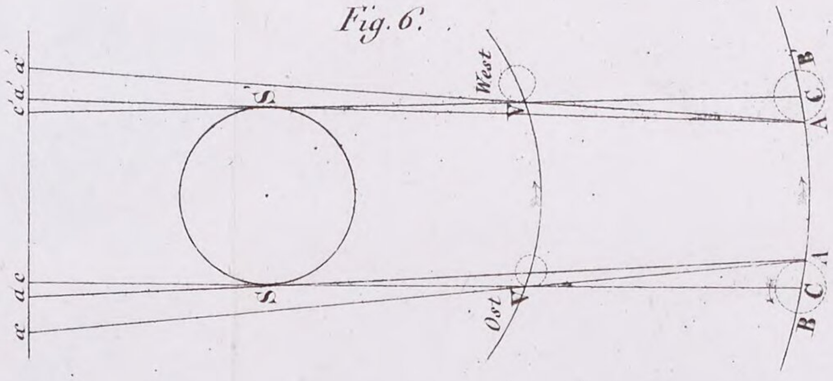


Fig. 7.

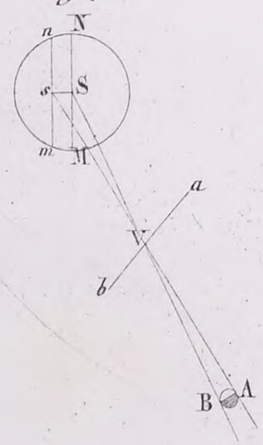


Fig. 10.

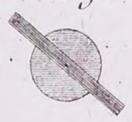


Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

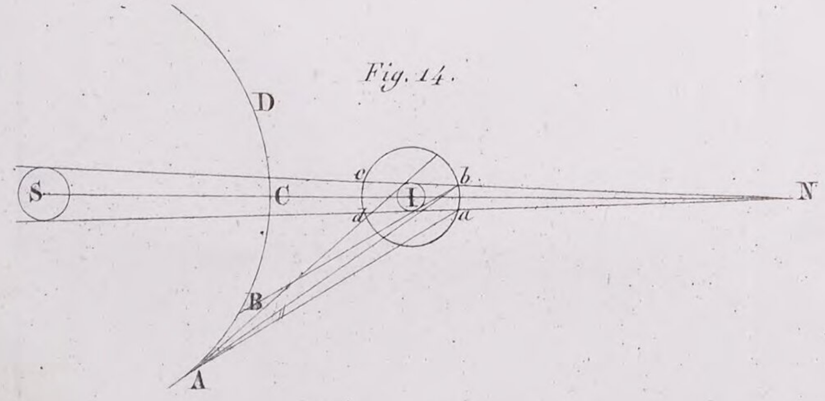


Fig. 9.

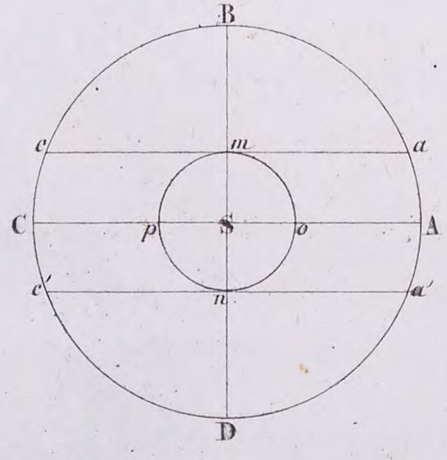


Fig. 8.

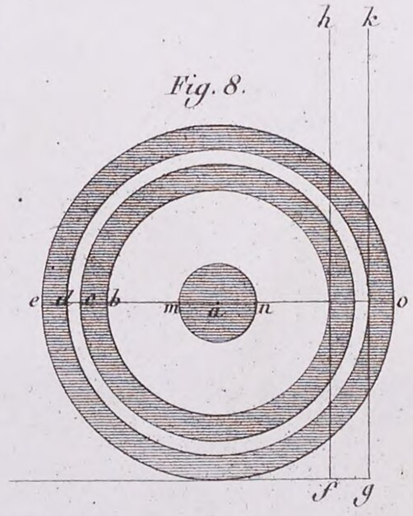


Fig. 15.

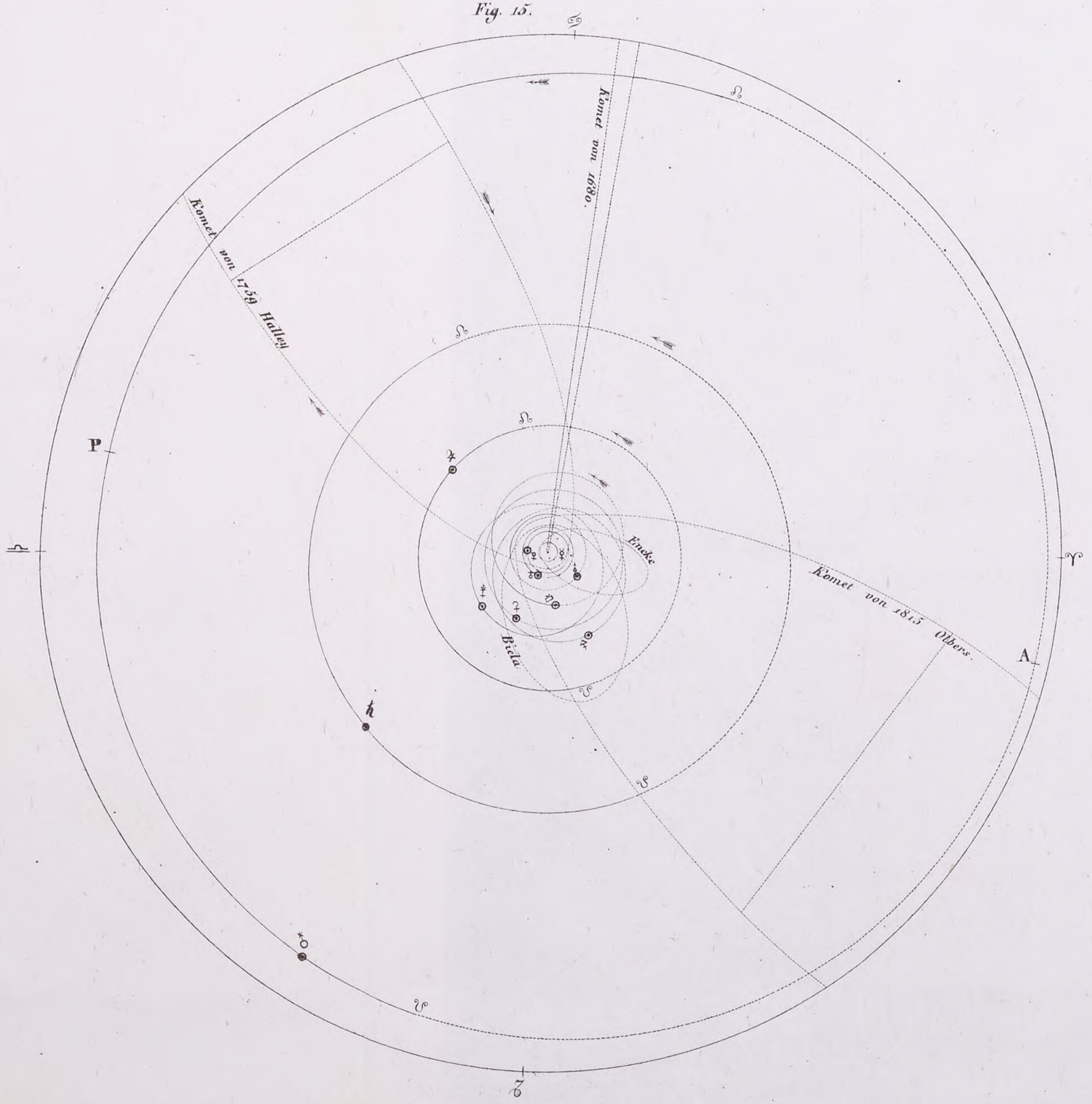

Komet von 1680.
Komet von 1759 Halley
Komet von 1815 Olbers.
Encke
Biela
P
A
h

Fig. 16.

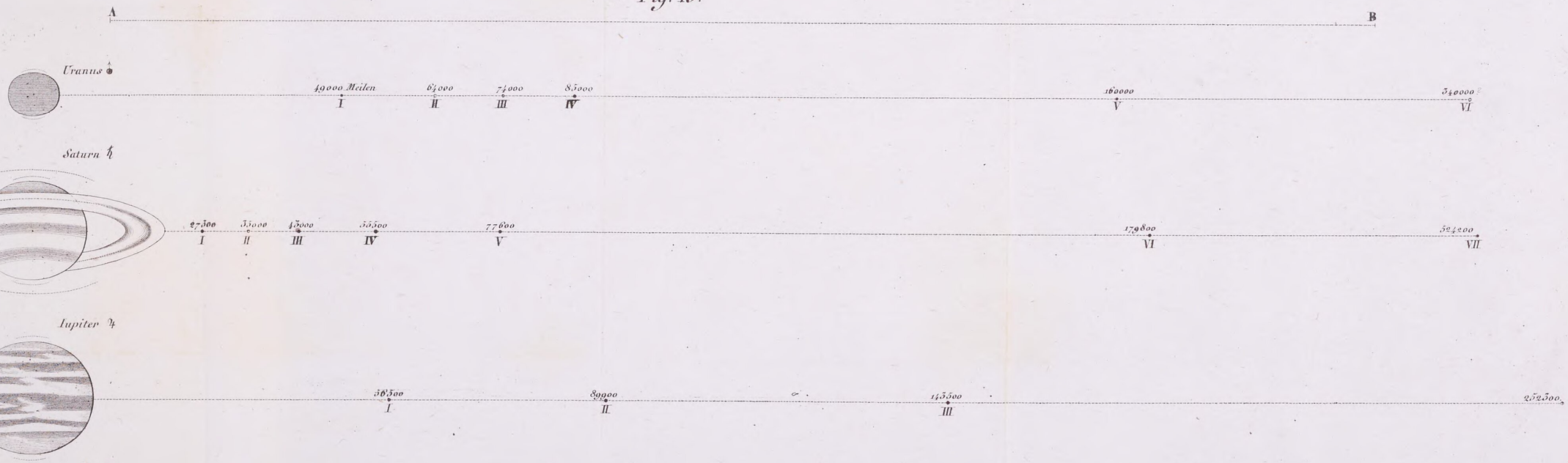


Fig. 17.

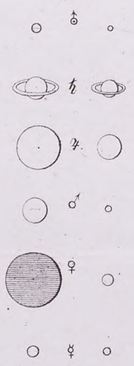


Fig. 18.

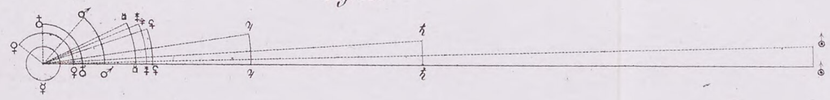


Fig. 19.

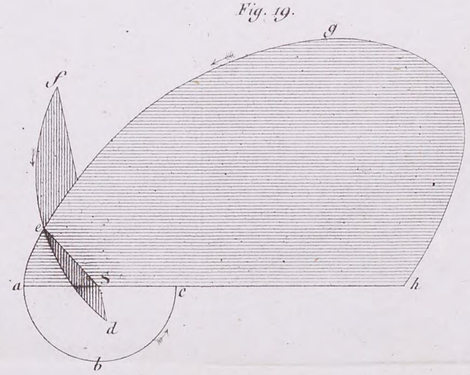


Fig. 20.

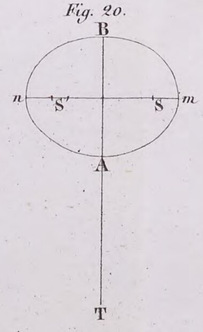


Fig. 21.

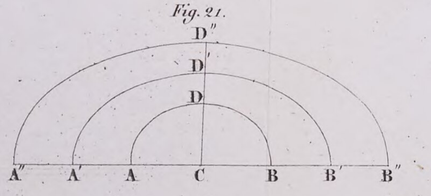


Fig. 23.

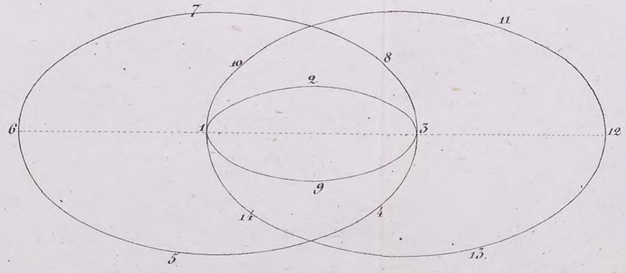
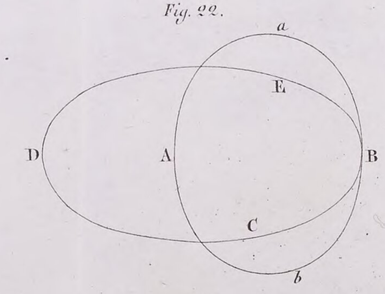
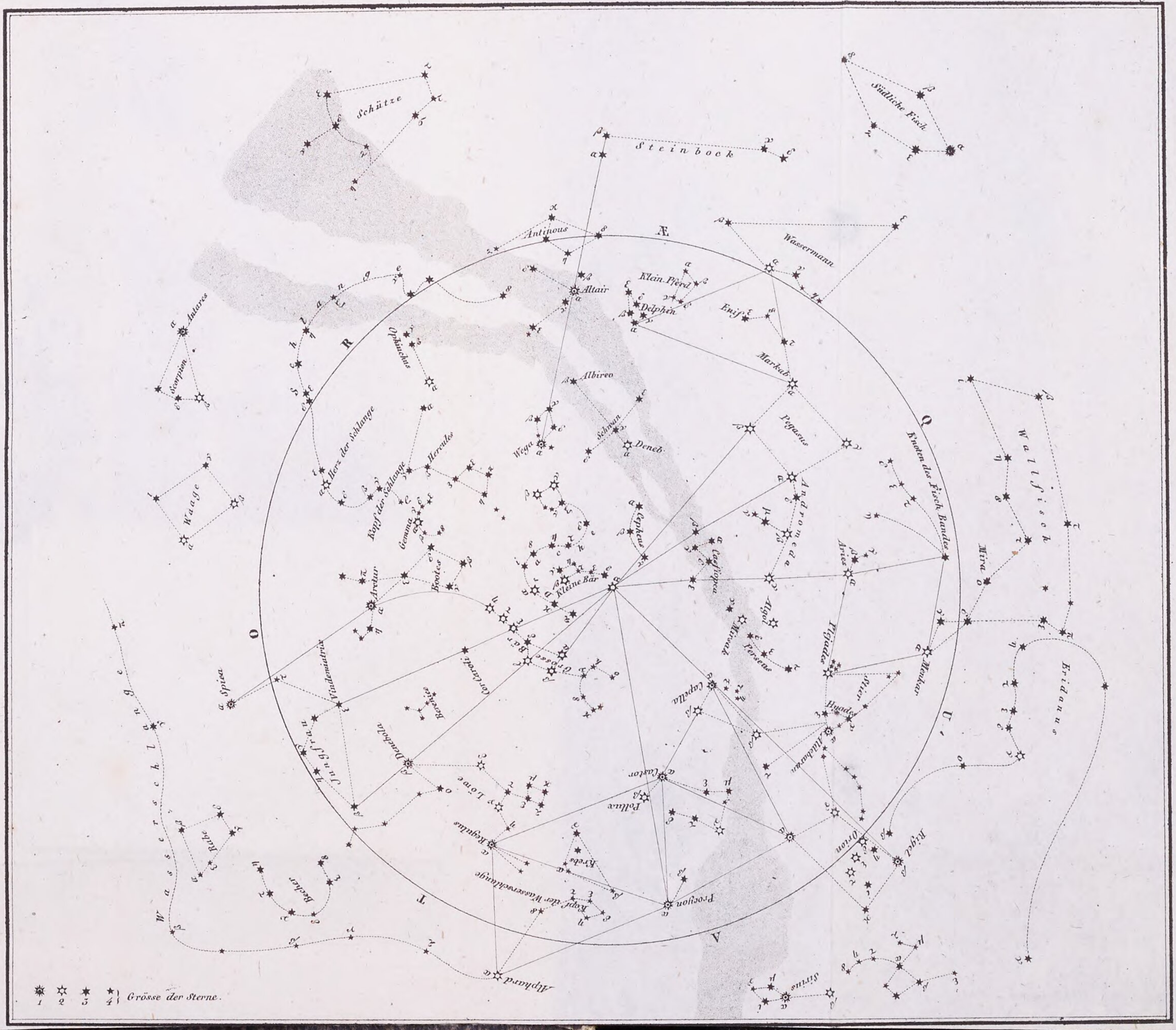


Fig. 22.

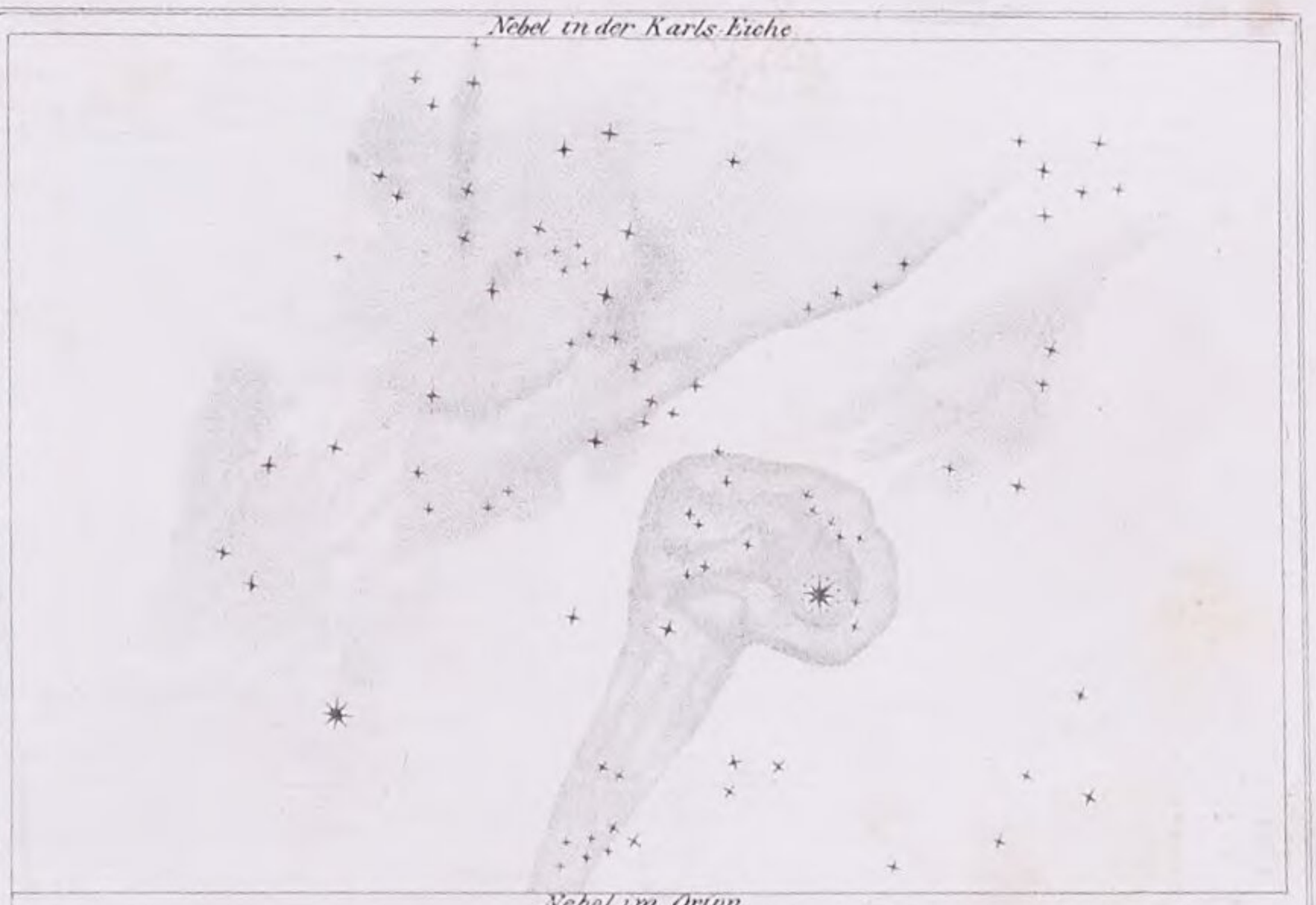


STERNKARTE

Taf. I.



Nebel in der Karls-Eiche



Nebel um Orion

Nebelsterne

H Ruhas sc

MONDKARTE

Taf. II.

von 1815 Olbers.
A
♈

Nebel in der Karls Eiche

Nebel im Orion

Nebelsterne

Fig. 1.

Fig. 2.

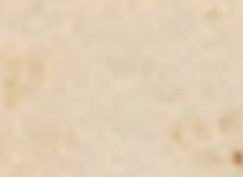


Fig. 3.

Fig. 4.

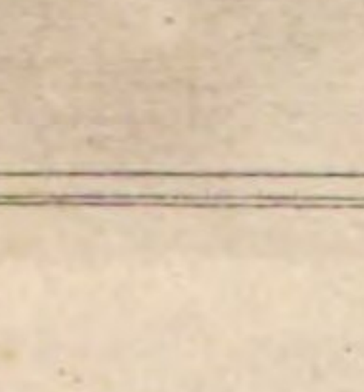


Fig. 5.

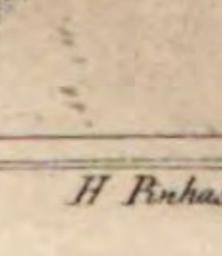


Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

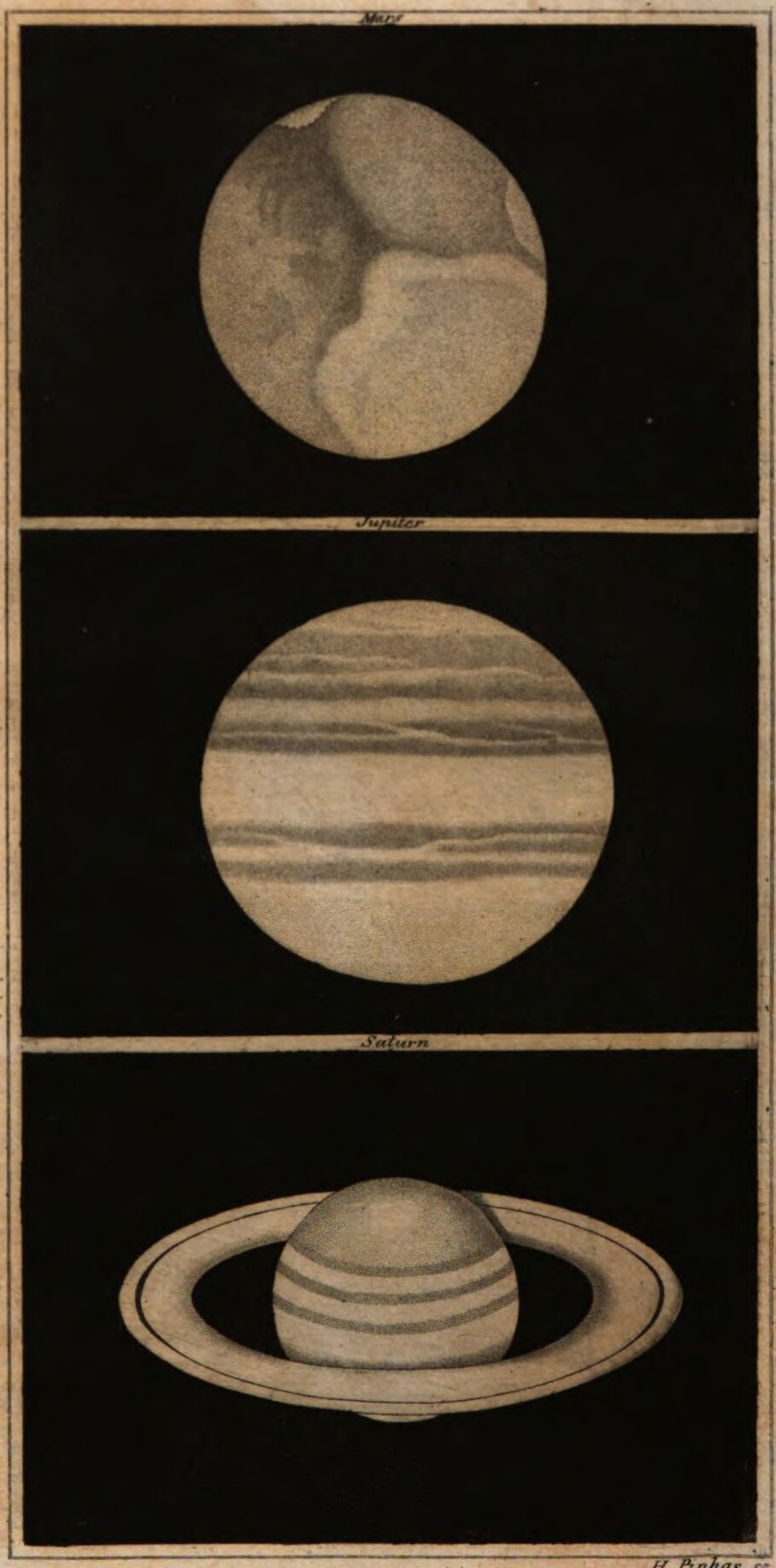
H Pinhas. sc.

Sternhaufen im Hercules.

Komet von 1819.

Nebel in der Andromeda.

H. Pinhas sc.



H. Pinhas. sc.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Littrow, Joseph Johann <<von>>, / Kriehuber, Josef / Pinhas, Hermann Hirsch,

Die Wunder des Himmels, oder gemeinfaßliche Darstellung des Weltsystems drei Bände ; mit dem Bildnisse des Verfassers und astronomischen Tafeln

Bd.: 2

Stuttgart 1835

Passau, Staatliche Bibliothek -- S nv/GL 79-1/2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11341093-2